tijdschrift van het

nederlands elektronica- en radiogenootschap

deel 50 — Nr. 5 — 1985

nederlands elektronica- en radiogenootschap

Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap
Postbus 39, 2260AA Leidschendam. Gironummer 94746
t.n.v. Penningmeester NERG, Leidschendam.

HET GENOOTSCHAP

De vereniging stelt zich ten doel het wetenschappelijk onderzoek op het gebied van de elektronica en de informatietransmissie en - verwerking te bevorderen en de verbreiding en toepassing van de verworven kennis te stimuleren.

Lidmaatschap

Voor lidmaatschap wende men zich tot de secretaris. Het lidmaatschap staat open voor academisch gegradueerden en hen, wier kennis of ervaring naar het oordeel van het bestuur een vruchtbarellidmaatschap mogelijk maakt. De contributie bedraagt fl.60.-per jaar.

Studenten aan universiteiten en hogescholen komen bij gevorderde studie in aanmerking voor een junior-lidmaatschap, waarbij 50% reductie wordt verleend op de contributie. Op aanvraag kan deze reductie ook aan anderen worden verleend.

HET TIJDSCHRIFT

Het tijdschrift verschijnt zesmaal per jaar. Opgenomen worden artikelen op het gebied van de elektronica en van de telecommunicatie.

Auteurs die publicatie van hun wetenschappelijk werk in het tijdschrift wensen, wordt verzocht in een vroeg stadium kontakt op te nemen met de voorzitter van de redactie commissie.

De teksten moeten, getypt op door de redactie verstrekte tekstbladen, geheel persklaar voor de offsetdruk worden ingezonden.

De abonnementsprijs van het tijdschrift bedraagt f 60,--. Aan leden wordt het tijdschrift kosteloos toegestuurd.

Tarieven en verdere inlichtingen over advertenties worden op aanvrage verstrekt door de voorzitter van de redactiecommissie.

DE EXAMENS

De door het Genootschap ingestelde examens worden afgenomen in samenwerking met de "Vereniging tot bevordering van Elektrotechnisch Vakonderwijs in Nederland (V.E.V.)". Het betreft de examens:

a. op lager technisch niveau: "Elektronica monteur N.E.R.G.";
b. op middelbaar technisch niveau: "Middelbaar Elektronica technicus N.E.R.G.".

Voor deelname, inlichtingen omtrent exameneisen, reglement, en uitgewerkte opgaven wende men zich tot het Centraal Bureau van de V.E.V., Barneveldseweg 39, 3862 PB Nijkerk; tel. 03494 - 4844.

DE TECHNOLOGISCHE ONTWIKKELINGEN EN HET REGERINGSBELEID

Ing. J.W.Reinold

Interim Regeringscommissaris voor de omroep

In de loop van deze lezingendag zullen deskundigen ons vertrouwd maken met enkele specifieke ontwikkelingen die naar verwachting het aanzien en -horen van de ons bekende omroepinformatie niet onaanzienlijk zullen beïnvloeden, als het kan storingvrij.

Uit hoofde van mijn vorige funktie bij het departement van WVC wil ik trachten enkele markante punten te belichten die hun uitwerking op het regeringsbeleid niet hebben gemist.

Nadat in 1971 tijdens een ITU-wereldwijde radioconferentie voor de eerste maal de z.g. ruimtediensten hun plaats in het frequentiespectrum kregen toegewezen, volgde in 1977 een soortgelijke conferentie, echter nu gericht op het toewijzen van spectrumruimte aan de nieuwe dienst, die als DBS wordt aangeduid. Ruimte niet alleen wat betreft de verdeling van de uitzendkanalen in de 12 GHz-band, maar evenzeer een ruimtelijke plaats voor de zenders/satellieten in de geostationaire baan.

Heel merkwaardig vormde de doelstelling "nationale bedekking" één van de uitgangspunten van laatstgenoemde verdelingsconferentie. Daarom zo merkwaardig omdat juist de satellietomroepdienst een verdere stap zou kunnen vormen op de weg naar internationalisering van o.m. het televisie-aanbod. Afgezien van de omstandigheid dat het te verdelen gedeelte in het radiospectrum in sommige regio's moest worden gedeeld met andere diensten, was de toen reeds jarenlange discussie in de VN-commissie die zich bezighield met het vreedzame gebruik van de buitenaardse ruimte, debet aan het feit van die merkwaardig te achten, beperkende uitgangsstelling. Een stelling die door veel regeringen ook werd gedeeld. Juist enkele jaren voordat de gememoreerde WARC-ST 1971 plaatsvond, was in W-Europa op grote schaal besloten tot invoering van kleurentelevisie, uiteraard via de bestaande aardse zendernetten. Veel overleg en discussie leidde ertoe dat niet het Amerikaanse NTSC-systeem werd overgenomen, maar een kwalitatief wat betere versie. Of eigenlijk, meerdere versies die u met de namen PAL en SECAM bekend zijn. Zoveel verbazing behoeft het dan ook niet te wekken dat deze systemen ook gebruiks geschikt werden geacht op het moment dat aan DBS werd gedacht.

Pas aan het eind van de 70-'er jaren werden ideeën gelanceerd om te trachten een hogere beeldkwaliteit na te streven, daarbij allereerst geholpen door de mogelijkheden van digitale transmissie in combinatie met beschikbaar komende geheugencapaciteiten dankzij de LSI en VLSI; de chip. Dat hierbij de studiotechniek voorop liep verwondert minder als we denken aan de opkomende verbeterde registratiemogelijkheden.

Het was na enkele adviezen van Pers- en Omroepraad, dat de Nederlandse regering advies vroeg aan de WRR, met betrekking tot de invloed van deze en andere technologische ontwikkelingen op het - te voeren - mediabeleid, dat bij voorkeur de nodige samenhang zou moeten vertonen. In het advies van de WRR, uitgebracht in 1982 (3½ jaar na de aanvraag) en waarover straks meer, is de invloed van discussies over ons omroepbestel zeker aanwijsbaar. Het advies "samenhangend mediabeleid", pleitte voor behoud van bestaande verworvenheden en tevens voor ontwikkeling van nieuwe mogelijkheden waarbij met name werd gedoeld op nieuwe diensten (voor pers en omroep!) via de kabel.

<u>Opdracht aan WRR (1979)</u>

De mogelijke technische ontwikkelingen op het terrein van de telecomm. die van belang zijn voor de massamedia; gevolgen voor de pers en omroep en andere vormen van massacommunicatie; mogelijke gevolgen voor de samenleving t.g.v. sociale en culturele ontwikkelingen (incl. de werkgelegenheid).

De <u>aanbevelingen</u> van de WRR houden m.i. rekening met een verruiming van het traditionele aanbod van omroepprogramma's (publiek en commercieel), alsmede met de "overbreng"-mogelijkheden van de kabel. Het eerste t.g.v. de satelliettoepassingen (FX SAT, BC SAT), het tweede dankzij digitalisering en toename van geheugencapaciteit bij de ontvanger. Introduktie van betaaldiensten hebben in principe weinig of niets van doen met de technische ontwikkeling, maar is geënt op de mogelijkheden die de kabel herbergt.

De techniek biedt, zo u wilt, schèpt mogelijkheden over het gebruik en de toepassing waarvan een beleid wordt ontwikkeld. Dat ons land daarbij niet op een eiland leeft, is ons wel duidelijk. Verder onderkennen we in die talrijke toepassingen een aantal voorzieningen die we aanduiden met een openbaar nutskarakter (energie, informatie). Daarbij doet zich onmiddellijk de vraag voor in wiens handen de betreffende infrastructuur (kabel-, leidingennet, studio's, zenders, bibliotheken) dient te zijn, en op welke wijze de exploitatie dient plaats te vinden. Het is wellicht goed om wat de "kabel" betreft nog eens de oorspronkelijke uitgangspunten van 25 jaar geleden voor de geest te halen. Bedenk hierbij dat er op dat moment nog geen beslissing was genomen over de liquidatie van de DRO, waarvan de infrastruktuur na de Tweede Wereldoorlog in handen was gekomen van PTT, die

ook de exploitatie had overgenomen van de aanvankelijke particuliere of gemeentelijke netten!

Nog nauwelijks was het landelijk DRO-net onder het spervuur van de kritiek gekomen, of de plannen voor collectieve-antenne-inrichtingen kwamen van de grond voor realisering in de grond.

Als uitgangspunten golden destijds:

a. verdwijnen van de antennewouden;

b. betere (technische) signaalkwaliteit;

c. verruiming van het te distribueren aanbod.

In de politieke discussies verwisselden deze argumenten regelmatig van plaats, zonder nochtans elk aan waarde in te boeten.

De omstandigheid dat ons land in het spervuur lag wat betreft het buitenlands aanbod van omroepprogramma's zijn we ons pas echt gaan realiseren in het satelliettijdperk. Ik herinner me nog levendig de discussies in de aanvang van het GAI-tijdperk, toen de vlaamse- en andere "gaaien" weinig extra's zouden brengen naar de mening van sommigen, die al gruwden bij het fenomeen van het op dezelfde avond op verschillende tijdstippen moeten kijken naar eenzelfde (soort) programma.

Toch was het de ontwikkeling van de techniek (coaxiale kabels, versterkers, samengestelde antennes), die het mogelijk maakte dat ver buiten de geplande verzorgingsgebieden van de aardse omroepzenders een redelijk tot goede ontvangst met gebruikmaking van geringe veldsterkten kon worden gerealiseerd, ook al werden in die jaren sommige voetbalwedstrijden met 2 ballen en 44 spelers gespeeld, gelukkig in nog steeds 2 x 45 minuten.

Des te belangwekkender is de afspraak om de DBS te beperken tot nationale verzorging. Dit zou moeten inhouden dat het uitgezonden vermogen zodanig gebundeld is, dat, afgezien van de onvermijdelijke "spill-over" bijna of in het geheel geen "buitenland" ontvangst mogelijk zal zijn. Juist in een periode dat de communicatiesatelliettransponders het tv-aanbod een internationaal karakter geeft, en de multi-purpose L-sat/Olympus een tweetal omroepkanalen zal herbergen, waarvan de ene een groot deel van W-Europa bestrijkt, ben ik wat sceptisch of men bij het ontwerp van de komende DBS's de techniek (de zendantenne), wel zo "gehoorzaam" zal toepassen.

De kabel vormde voor ons land een hoofdstuk apart, dit in tegenstelling tot de situatie in veel van de ons omringende grote landen die geen noemenswaardig bestand van collectieve antenne-inrichtingen kenden. Juist deze z.g. kabeltelevisienetten zouden niet slechts voor de louter distributieve funktie, maar ook voor tweeweg-informatieverkeer gebruikt kunnen worden. Mogelijkheden in dit verband, mede met het oog op die van andere bestaande kabelnetinfrastrukturen, waren echter als onderkend in het in 1974 gepubliceerde rapport van de Staatssecretaris die verantwoordelijk was voor PTT-zaken.

Het regeeraccoord van het huidige kabinet, daterend van november 1982, hield terdege rekening met de aanbevelingen ter zake zoals geformuleerd in het eerdergenoemde WRR-rapport, nochtans werden niet alle 43 aanbevelingen overgenomen.

Dat gebeurde ook niet in de medianota 1983 van minister Brinkman, die wel als compromis Brinkman/TK is aangeduid. Een nadere uitwerking van de beleidsvoornemens uit de medianota werd op 15 februari aanvaard:
het wetsvoorstel van mediawet was geboren.

Enkele feiten (uit de veelheid):

- De nieuwe diensten via de kabel, die in de zomer van 1984 middels een ministeriële regeling mogelijk waren gemaakt, krijgen een wettelijke basis (geen kabelraamwet!).
- Provinciale (radio/omroep en lokale (vnl. kabel) omroep worden grotendeels nieuw geregeld.

- In tegenstelling met een betreffend WRR-advies, wordt een doorgifteverbod van buitenlandse programma's met op Nederland gerichte reclameboodschappen, ingesteld.
- Een derde landelijk televisieprogramma via een aards zendernet wordt niet uitgesloten, maar heeft niet de hoogste prioriteit.
- De publieke omroep in ons land ontvangt vrij aanzienlijke steun om met college-omroepen in W-Europa mee te werken aan een Europees TV-programma.
- Het nieuw in te stellen Comissariaat voor de media (bestaande en nieuwe!) middels welke de overheid zich op afstand stelt van het dagelijks gebeuren op het betreffende beleidsterrein, krijgt een (technische) taak voor wat betreft de coördinatie van de technische systeemkeuze in internationaal verband.

Tot zover enkele krenten uit de niet voor allen aantrekkelijke pap.

Het zal U duidelijk zijn, dat de overheid in haar beleid ruimte wil bieden aan innovatieve activiteiten, zeker ook op het terrein van de televisiebeeld- en geluidskwaliteit, maar evenzeer voor wat betreft nieuwe diensten die door het bedrijfsleven in ons land kunnen worden geëxploiteerd.

Voorts zal de combinatie (communicatie) satellietkabel (televisienet) eerder dan de DBS, de internationalisering van het televisie- en radioaanbod in een stroomversnelling brengen. Dat het Europees TV-programma daarbij voor de publieke omroep een voortrekkersrol zal vervullen, is de nadrukkelijke wens van onze overheid.

Digitale transmissie zal de nodige kwaliteitsverbetering kunnen brengen, zeker ook als we bedenken dat integratie van telecommunicatie- en omroepdiensten via glasvezel nog ongekende mogelijkheden in kwantitatief opzicht met zich zal brengen.

Dat bij dit alles aan de legale gebruiker, zowel aan

zend- als aan ontvangkant verre de voorkeur wordt gegeven boven hem of haar die met de voor sommigen romantische benaming piraat worden aangeduid, zal voor zichzelf spreken voor hen die hier liever geen Italiaanse en/of Belgische sky-toestanden wensen.

Concluderend zou ik deze korte inleiding willen besluiten met de volgende opmerkingen.
Zag de overheid in de 70'-er jaren voldoende aanleiding om via een raadgevend adviesbureau v.w.b. de NOS vast te stellen dat er (gelukkig?) "grenzen aan de groei" waren, thans zijn we zover dat, mede, doch niet uitsluitend t.g.v. de technologische ontwikkelingen de "groei van het aanbod" de grenzen overschrijdt, wat niet wil zeggen dat deze groei grenzeloos zou zijn. De normstelling bij groeiprocessen is soms ingebouwd, maar niet in alle gevallen. Televisie zonder grenzen gaat mij in dat verband wat te ver, tenzij de titel van het welbekende McBride rapport "Many voices, one world" niet louter slaat op het aanbod van televisieprogramma's. De overheid plaatst weliswaar accenten in haar beleid, maar dat geschiedt dan niet louter op grond van technische en technologische ontwikkelingen, maar tevens op basis van de omstandigheid dat zij in bepaalde opzichten niet kan volstaan met het "geen boodschap aan de boodschap" hebben.

Voordracht gehouden tijdens de 332e werkvergadering.

NEDERLANDS ELEKTRONICA- EN RADIOGENOOTSCHAP
(330e werkvergadering)
SECTIE TELECOMMUNICATIETECHNIEK, KIvI
IEEE BENELUX SECTIE

UITNODIGING

voor de lezingendag op **woensdag 10 april 1985** in het **PTT-vergadercentrum** (Telefoondistrict Utrecht), **Burg. Fockema Andreaelaan 15, Utrecht.**
MOTTO: **Van idee tot IC.**

PROGRAMMA:

11.00 - 11.30 uur:	Ontvangst en koffie.
11.30 - 11.55 uur:	**PROF. DR. IR. W. VAN BOKHOVEN**, (TH Eindhoven): IC ONTWERP IN HET ELECTRONICA ONDERWIJS.
12.00 - 12.35 uur:	**IR. M. P. J. STEVENS**, (Micro Electronica Centrum, Eindhoven): SYSTEEMBESCHOUWINGEN.
12.40 - 13.40 uur:	Lunch.
13.40 - 14.15 uur:	**FRANS J. SCHMITT**, (GenRad, Best): TESTEN, WAAROM EN HOE?
14.20 - 14.55 uur:	**IR. J. F. M. THEEUWEN**, (TH Eindhoven): SOFTWARE HULPMIDDELEN BIJ IC ONTWERP.
15.00 - 15.20 uur:	Thee.
15.20 - 16.00 uur:	**PROF. DR. J. MIDDELHOEK**, (TH Twente): DE FABRIKANT. KLEINSCHALIGE IC PRODUKTIE.

De lezingen worden voorafgegaan door de jaarlijkse algemene vergadering van het NERG.

Voor leden van het NERG, KIvI en IEEE is de entree gratis. Introducé's en andere belangstellenden dienen bij aankomst een entree-prijs van *f* 15.00 aan de ingang te voldoen.

Aanmelding voor de lezingen dient te geschieden **vóór 2 april** door middel van de aangehechte kaart, **gefrankeerd met 50 cent**. Reservering voor de lunch vindt slechts plaats, als vóór 2 april een bedrag van *f* 15,00 is ontvangen op postrekening 94746 t.n.v. Penningmeester NERG, Leidschendam onder vermelding van "IC Ontwerp".
Deelnemers dienen de **uitnodigingskaart mee te nemen** en op verzoek te tonen bij de toegang tot het gebouw.

Het PTT-vergadercentrum is per bus vanaf het Centraal Station bereikbaar met lijn 3 (richting Rubenslaan). Per auto kan de vergaderplaats bereikt worden door op de auto-snelweg Den Haag-Arnhem de afslag richting Amersfoort te nemen.
Op deze weg neemt u daarna de afslag "Uithof" en rijdt onder het viaduct (linksaf) richting Utrecht-Centrum. Na enkele honderden meters ziet u aan de rechterzijde van de weg het gebouw van het Telefoondistrict.
NERG-leden, die de algemene vergadering wensen bij te wonen, dienen dit aan te geven op de aangehechte kaart. Tevens dient te worden aangegeven of men de jaarstukken wenst te ontvangen.

Namens de samenwerkende verenigingen,
DR. IR. A. J. VINCK.
Tel. 040 - 473 672

Eindhoven, maart 1985.

Woelingen in de massamedia;
Nationaal en Internationaal.

Prof.dr.ir. J.J.Geluk

Inleiding

Het is algemeen bekend dat de laatste jaren de massamedia, samenvattend omschreven als: radio, televisie en pers, in het brandpunt van de belangstelling staan. Geen krant of programma dat geheel aan de woelingen ontsnapt en -, met het eigen medium daaraan veel aandacht besteedt. Men zou als lezer, kijker, luisteraar de indruk kunnen krijgen dat deze nu precies weet wat onder "abonnee-tv", "kies-tv", "selectieve/lokale omroep", "kabelkrant", wordt verstaan en hoe men dat zou kunnen verwezenlijken. De "kabel", de "glasvezel" wordt geaccepteerd als een panacée voor het oplossen van al die woelingen die het "papier" van de pers bestrijden; de "satelliet" wordt geadverteerd als een grenzenloos middel om dwars door de ionosfeer, te voldoen aan een behoefte die onbeperkt wordt verondersteld, zelfs voor analfabeten.

"Die andere kant binnen de ionosfeer" wordt gezien als een schermutseling met verouderde middelen die niet eens in staat zijn om bijvoorbeeld 16 geluidssignalen parallel, dag en nacht continu over Europa uit te zaaien. Wie het boek van H.B.G.Casimir heeft gelezen: "Het toeval van de werkelijkheid", zal weten dat daarin twee spiralen worden aangegeven die elkaar na een zekere incubatie-tijd kunnen overlappen en dan aanleiding geven tot ongekende praktische ontwikkelingen, gebaseerd op de onderzoekingen in de theoretische fysica. In deze "woeling" zijn dan tovenaars-leerlingen druk bezig half- en supergeleidende kranen te openen waaruit "water" in overmaat als spraakwaterval kan resulteren; voor wat edeler vocht echter moet men teruggrijpen naar de bron van alle cultuur: de menselijke geest.
Gelukkig is daarvan in het verleden in steen, doek en papier veel vastgelegd zodat een buffergeheugen kan worden gebruikt om eventuele "gewichtloosheid" van vluchtige zaken op te vangen.

Welke spiralen spelen nu een rol om de huidige woelingen in te dammen en de kranen te regelen? Moet er wel geregeld worden wanneer "natuurlijke" spiraal-eigenschappen de stroomversnelling reeds kunnen beperken?
Globaal gezien overlappen drie spiralen de massa-media, die ieder een internationaal aspect vertonen, te weten:
1. de spiraal van de technische ontwikkeling
2. de economische spiraal
3. de spiraal van de massa-psychologie.

Nationaal gezien zijn de 1e en 2e spiraal nauwelijks te sturen of te besturen, waarbij thans de technische ontwikkeling (1) praktisch geheel op internationale leest is geschoeid en gestaag groeit. De economische spiraal (2) heeft ook de internationale afhankelijkheid, maar toont duidelijk versnellingen en (nu) vertragingen.
De derde spiraal is stellig de meest grillige, die vooral nationaal grote invloed kan worden toegeschreven; aan de zend-zijde overheerst de "massa-politiek", aan de ontvangkant de "consument". Groepsbelangen spelen daarbij een grote rol waardoor remmingen én stimuleringen steeds een onnatuurlijk karakter vertonen en alléén een ad-hoc werking kunnen veroorzaken die niet duurzaam behoeft te zijn! Omdat binnen deze spiraal iedereén betrokken is maar niet de consequenties voor - met name - de technische spiraal overziet, ontstaan onrijpe gedachten die de massa helaas wel beïnvloeden.
Wie een landelijk derde televisienet, al dan niet selectief, propageert, heeft het internationale planning-aspect maar vergeten; wie vele lokale omroepen via kabel en ether wenst, doet er goed aan behalve de internationale aspecten ook de economische spiraal eens te bezien.
Internationale aspecten die het Nederlandse mediabeleid voor de omroep regarderen, zijn als volgt te rangschikken:

a. de lange- en middengolfomroep (LF,MF)
b. de FM-golf voor "hi-fi" (VHF)
c. de televisiebanden (VHF-UHF)
d. de televisie-satellietband (SHF)
e. de kortegolf-omroep (HF)

Ieder van deze golfbanden heeft een "eigen" overdrachtkarakter; zo zijn LF en MF typisch aan de aarde-geleiding gebonden, de andere banden aan direct-zicht. Alle banden echter worden door geen landsgrens "gekeerd", zelfs niet door een ijzerengordijn! Dit betekent dat géén land autonoom zenders kan installeren maar dat zulks internationaal moet geschieden door de I.T.U. (Internat.Telecomm.Unie) in Genève; hoe dan ook, moeten de kanalen waarin gezonden kan worden binnen de zogenaamde omroepbanden liggen teneinde storing met andere "diensten" (b.v. de scheepvaart) geheel te vermijden.

Door het grens-overschrijdende karakter van alle omroepbanden is politieke invloed op een technische planning niet te vermijden; hoe verder-drágend de golf is, des te meer landen zijn daarbij betrokken. Niet alléén door de "schaarste" aan kanalen, maar ook de indring-diepte van

de nabuur met zijn zender in zijn zendkanaal, wordt nauwkeurig in rekening gebracht; zowel voor alle dag- als nachtcondities. Speciaal voor de kortegolf-omroep spelen deze condities een wezenlijke rol terwijl bovendien welhaast ieder land (156) daarbij betrokken is.

De conferentie-resultaten die nu nog relevant voor Nederland zijn, kunnen als volgt worden samengevat:

a. LF en MF banden in 1975 te Genève
b. de FM band in 1961 in Stockholm
c. de televisiebanden VHF en UHF eveneens 1961, Stockholm
d. de televisie-satelliet band SHF in 1977 te Genève.

Binnen ongeveer twee jaar zijn herzieningen gepland voor de FM-band (die uitgebreid werd met 80 kanalen) en de kortegolf HF-band (eveneens vergroot); de overige banden en de planning hiervan zullen nog vele jaren géén verandering ondergaan!

Wat heeft Nederland van het toegewezene gerealiseerd en wat was daarvan het gevolg?

Voor de LF en MF band zijn voor de geluidomroep (ook in de auto ontvangbaar) - 8 - kleine lokale zenders en twee grote landelijke zenders niet geïnstalleerd; in de televisie banden zijn voor de twee programma's met landelijke bedekking 14 grote zenders, op 7 hoge torens geïnstalleerd.

Hoewel in 1961 de Nederlandse Regering slechts deze twee "netwerken" wenste aan te vragen, bleek dat ieder Europees land drie van deze zender-netwerken kon worden toegewezen; in Nederland zelfs nog meer! Dit laatste werd veroorzaakt doordat de "berg-vrijheid" van ons vlakke land de overdracht met deze golven géén (of weinig) leemten heeft en zogenaamde opvulzenders vermeden kunnen worden.

Het "nadeel" van géén derde net te hebben, heeft echter een groot voordeel opgeleverd voor kabelsystemen, die tussen de mazen van de Nederlandse netten met scherp gerichte- en hoge antennes, buitenlandse signalen van "over de horizon" konden opvangen. Soms is de zogenaamde troposfeer erg grillig en moet men genoegen nemen met allerlei vreemde storingen door andere zenders binnen de horizon doch méér kan geboden worden dan de particulier zich kan veroorloven op eigen dak.

Zou Nederland dit derde net nú gaan installeren, dan zal het aantal "mazen" beduidend verminderen en kabelexploitatie een hachelijke zaak worden; immers met eigen (en simpele) antennes ontvangt men dan alle drie Nederlandse netten uitstekend en dat is ook het uitgangspunt van de planning in 1961!

Hoe kan men dit "gluren naar de buren" weer mogelijk maken? Daarvoor is maar één methode, n.l. de PTT de signalen van de grens te laten ophalen en met straalverbindingen of kabel aan de exploitant toe te leveren; uiteraard tegen vergoeding (en betaling van de auteursrechten)!

In 1977 werd de satelliet-band voor Directe Omroep verdeeld en ook dit was een gecompliceerde internationale planning, waarbij landsgrenzen heel moeizaam ontzien konden worden en een "doorlopende" planning moest worden gemaakt. Voor Nederland betekende dit een DBS-satelliet (Direct-Broadcasting-Satellite) gestationeerd op 19° W.L. met een bundel die geheel ons land bedekt en waarbinnen vijf televisie-kanalen kunnen worden ondergebracht; ook kunnen in de plaats daarvan gelijk-brede signalen worden ingevoegd zoals: hogere kwaliteit televisie of vele digitale-geluidprogramma's à la Compact-disc. Het spreekt vanzelf dat alle signalen vanaf aarde moeten worden opgestraald in een groot aardstation. De vraag is wederom: Wat heeft Nederland hieraan gedaan?
Niets; dit in tegenstelling tot de Bondsrepubliek (BRD) en Frankrijk, die gezamenlijk twee DBS-systemen hebben ontwikkeld en die in 1985/1986 zullen worden gelanceerd; de bundels daarvan zullen ook in Nederland zeer goed ontvangbaar zijn met schotels van 80 cm diameter uiteraard met programma's vanuit het aardstation in die landen. Omdat de signalen in de bundels geheel anders van aard zijn, dan de huidige ontvangbare, moet er een vrij kostbare omzetting plaats vinden; om deze reden is een kabelsysteem daarmee in het voordeel.
Dit laatste geldt ook voor de digitale geluidprogramma's (16 stuks), die de Duitse satelliet kan (zal) uitstralen, omdat door het digitale karakter, de ontvangstschotel nog kleiner kan zijn ($\approx$ 30 cm) en in geheel West Europa met hoge kwaliteit kan worden ontvangen.

Naast deze DBS-systemen hebben de Europese PTT's voor allerlei verbindingen (telefoon, telex, beeld, etc.) ook verbindings-satellieten ingezet, die zij verhuren op commerciële basis. Omdat het gebruik valt binnen de professionele sector kan het satelliet-vermogen veel kleiner zijn dan voor DBS nodig is.
Een aparte organisatie voor de exploitatie is hiervoor opgericht: Eutelsat, die erop toeziet dat een maximaal rendement kan worden bereikt. Zij "scrambled" daartoe alle signalen die alléén door "huurders" kunnen worden ontrafeld; voor 'particulieren' is dit zeer lastig, kostbaar en strafbaar! Kabelsystemen kunnen deze signalen benutten doch voor abonnée-televisie in mini-sternetten moet toch het ontrafelen bij iedere abonnée geschieden om doorberekening van kosten mogelijk te maken; de industrie zal daarentegen géén "ontrafelaars" mogen ontwikkelen, laat staan verkopen; mutatis mutandis geldt dit ook voor signalen met een hogere kwaliteit die tegen extra prijs kunnen worden aangeboden via een kabelsysteem of zelfs via aardse zenders (zgn. "Subscription TV").

Een kabelnet heeft overigens nog vele andere mogelijkheden om informatie over te dragen, afhankelijk van de aard van het net en de opbouw daarvan; niet alleen kunnen vele diensten in digitale vorm geïntegreerd worden verspreid in bijvoorbeeld een glasvezel, ook een terugweg met commando's (aanvrage kies-televisie of eigen informatie van de abonné, is eveneens mogelijk. Deze "uitwisseling" is tenslotte ook mogelijk tussen één-of meerdere abonné's onderling (conferentie-schakeling).

Met al deze mogelijkheden in het vooruitzicht is er nú de werkelijkheid van de geluid- en beelddistributie via de vrije pers en -commercie; deze in boekvorm, pocket en cassettes uitgebrachte programma's, zijn een toenemende vorm van informatie en vrije tijdsbesteding waar geen overheid met "succes" een invloed op zal kunnen uitoefenen; deze is n.l. gedurende lange tijd al een internationale markt geworden waarvan de verspreiding door de Post van de PTT wordt verzorgd én, van verbreiding met verplichte luister- en kijkgelden géén sprake is!

Gezien de tendensen naar meer individuele keuze van geluid- en televisieprogramma's, ligt het voor de hand de consument - de burger - deze mogelijkheden te bieden. Daartoe zal een verlaging van de luister- en kijkgelden méér bijdragen dan een verhoging met ƒ 10,-, zoals wordt voorgesteld. Daardoor kan grotere zorg besteed worden aan een ruimer "kabel-aanbod" door PTT verbindingen en een stimulans gegeven worden aan de vrije markt-keuze voor iedereen.

Dat een verlaging met bijvoorbeeld 2 x ƒ 10,- mogelijk moet zijn, kan gemotiveerd worden door extra reclame-opbrengsten op een derde net en commerciële positieve resultaten van het inmiddels goed geëquipeerde Facilitair Bedrijf van de NOS. Daarnaast zou onderzocht kunnen worden of de dubbelrol van de zendgemachtigden met leden in de publiciteitssectoren, geen ruimte kan bieden dit "offer" voor nieuwe ontwikkelingen op te brengen; iedere burger zal een beetje meer vrijheid zeker op prijs stellen!

[1] Voordracht gehouden tijdens de 332e werkvergadering.

SECTIE TELECOMMUNICATIETECHNIEK VAN HET KIvI
NEDERLANDS ELEKTRONICA- EN RADIOGENOOTSCHAP
(332e werkvergadering)
IEEE BENELUX SECTIE

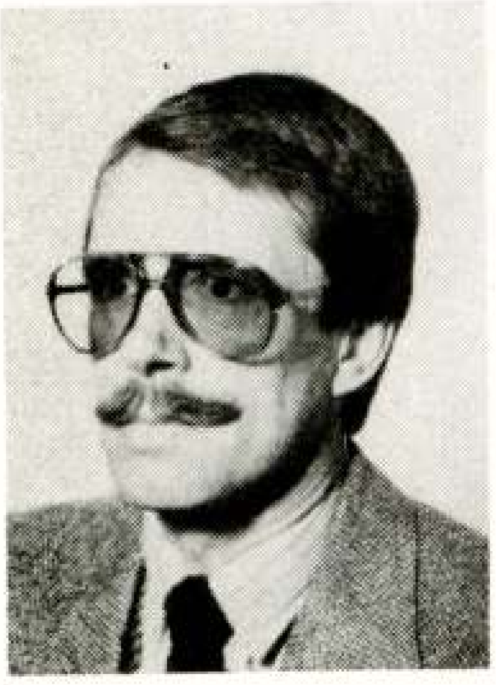
UITNODIGING

voor de lezingendag op **4 juni 1985** in de **MARCONIZAAL van de NOS, Sumatralaan 1** te **Hilversum.**

THEMA: **TELECOMMUNICATIE EN DE OMROEP.**

PROGRAMMA:







09.30 uur: Ontvangst en koffie.

10.00 uur: INLEIDING: ACCENTEN UIT HET REGERINGSBELEID, **ING. J. W. REINOLD**, (Interim Regeringscommissaris voor de omroep).

10.15 uur: WOELINGEN IN DE MASSAMEDIA, **PROF. DR. IR. J. J. GELUK**, (Sen. Hoogleraar T.H. Delft en Adviseur akoestiek en omroep). Foto 1

10.50 uur: DATA-TOEVOEGINGEN AAN RADIO- EN TV-SIGNALEN, **IR. C. J. HAGENBEEK**, (Directeur Facilitair Bedrijf NOS).

11.25 uur: Koffiepauze.

11.55 uur: NIEUWE ONTWIKKELINGEN OP SATELLIET-OMROEPGEBIED, **IR. H. G. W. VAN DER STEEN**, (Directoraat Radiozaken van de Centrale Directie der PTT). Foto 2

12.30 uur: Lunchpauze.

14.00 uur: TELECOMMUNICATIE, OMROEP EN BEDRIJFSLEVEN, **IR. H. KRAAIJENBRINK**, (Hoofd van de Hoofdafdeling Diensten en Informatiebeleid van het Ministerie van Economische Zaken).

14.20 uur: DE TELEVISIEWERELD IN BEWEGING, **IR. S. L. TAN**, (Natuurkundig Laboratorium Philips).

14.55 uur: Theepauze.

15.25 uur: OPSPORINGSMETHODIEKEN VOOR RADIOPIRATEN, **IR. S. H. L. HERMAN**, (Hoofd Radiocontroledienst van de Centrale Directie der PTT). Foto 3

16.00 uur: Sluiting.

Dagvoorzitter: **IR. W. F. VAN ROOKHUIJZEN.**

Aanmelding dient te gebeuren door het (voor 22 mei) inzenden van de aangehechte kaart, gefrankeerd met een postzegel van 50 cent, en door overmaking van het verschuldigde bedrag op postrekening 576595 t.n.v. Penningmeester Sectie voor Telecommunicatietechniek te Oosterhout, onder vermelding van "TELECOMMUNICATIE EN DE OMROEP". Het aantal deelnemers is beperkt tot circa 100. Registratie vindt plaats in volgorde van aanmelden.

De kosten van deelname zijn nihil voor de leden van de organiserende gezelschappen en studenten. De kosten voor de lunch bedragen voor hen *f* 25,00. Introducee's zijn voor toegang en lunch *f* 35,00 verschuldigd.

De Marconizaal bevindt zich op het NOS terrein. Er is gelegenheid tot parkeren op het terrein.

Namens de samenwerkende verenigingen,
Hoogachtend,
Ir. W. F. van Rookhuijzen (070-814501)

NIEUWE ONTWIKKELINGEN OP SATELLIETOMROEPGEBIED

Ir. H.G.W. v.d. Steen
Centrale Direktie PTT

New developments in satellite broadcasting

In the near future direct broadcasting satellites will become operational. This is a good opportunity to introduce a new television standard, which is optimized for satellite transmissions.
The European Broadcasting Union (EBU) has adopted a family of MAC-systems, which are compatible at the receiver level as a new television standard. (Mac stands for Multiplexed Analog Components)
In the MAC-system, separation of components is achieved by means of time division multiplex rather than by frequency division multiplexing used in conventional systems.
The consequences of introduction of the MAC-standard for direct reception and reception by cable distribution is discussed.

1. INLEIDING

Ontwikkelingen op het gebied van omroeptechniek kunnen niet los gezien worden van de huidige internationale standaarden en normen en daarop gebaseerde technieken.
Nieuwe systemen voor beeld- en geluidsomroep dienen namelijk te voldoen aan de compatibiliteitseis d.w.z. de door deze systemen gerealiseerde verbeteringen c.q. aanvullingen moeten ook door de reeds bestaande ontvangers kunnen worden verwerkt.
Deze compatibiliteitseis geldt niet zo hard voor een omroepsatelliet-systeem.
Immers bij een dergelijk systeem moet toch al frequentie- en modulatie-conversie worden uitgevoerd (12 GHz:FM-modulatie naar VHF/UHF: restzijband modulatie).
De komst van de omroepsatelliet is een goede gelegenheid om de omroep-standaard te verbeteren c.q. te vernieuwen.
In het kort zal worden ingegaan op een voorstel van de EBU om te komen tot één gestandaardiseerde norm voor satellietomroep in Europa.

2 . Nieuwe omroepstandaard voor satellietomroep (DBS)

2a. Beperkingen huidige systeem

De huidige televisiesystemen die zijn vastgelegd in de CCIR-standaard PAL/SECAM/ NTSC zijn niet zo geschikt voor nieuwe ontwikkelingen, zoals grootbeeldpresentatie HDTV.
Ook de grote diversiteit binnen deze systemen neemt alleen maar toe.
Voor stereo geluid bij tv zijn nu al twee systemen in operationeel gebruik, te weten het FM-FM-systeem in Japan en het twee hulpdraaggolf systeem in Duitsland en nu ook in Nederland. Andere landen denken aan een digitale modulatie voor het stereo-kanaal.
De wederzijdse beinvloeding van helderheid en kleur, cross-colour en -luminance, zijn een gevolg van de samenstelling van het videosignaal n.l. de wijze waarop de kleuren informatie in het bestaande signaal is ondergebracht.
Door de diverse hulpdraaggolven (beeld, kleur, geluid resp. 2e geluid) is de gevoeligheid voor niet-lineaire effecten groot (b.v. 1,1 Moireé).

2b. Multiplexing van analoge componenten (MAC)

De EBU (vereniging van europese omroep-organisaties) heeft in samenwerking met de omroeporganisaties een nieuwe standaard gedefinieerd gebaseerd op multiplexing van analoge componenten van het videosignaal.

In plaats van bij de opbouw van het signaal gebruik te maken van een hulp-draaggolf voor de helderheid en de kleureninformatie zoals bij NTSC, PAL en SECAM wordt gedaan, wordt bij het MAC-systeem de helderheid en de twee kleur-verschilcomponenten in een bepaald opeen-volging getransporteerd (tijdmultiplexing) De componenten worden in tijd gecompri-meerd. Door deze tijdscompressie wordt de basisbandbreedte vergroot (tot 8.4 MHz)

Bij de signaalopbouw wordt uitgegaan van de internationale aanbeveling voor de studiostandaard voor component gecodeerde digitale video met een bemonsteringsfrequentie van 13,5 MHz resp. 6,75 MHz voor de helderheid c.q. kleurverschil.

DIGITALE BEELDCODERING

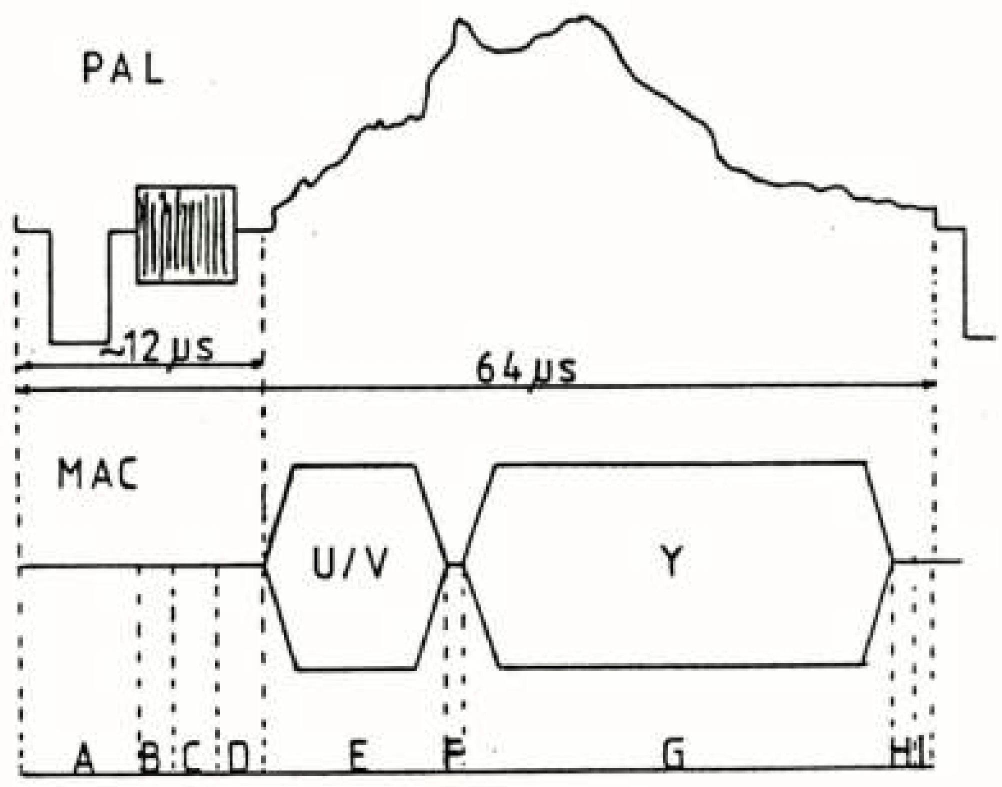
	BEMONSTERINGS - FREQUENTIE
HELDERHEID (Y)	13,5 MHz
KLEURVERSCHIL (U/V)	6,75 MHz

	C-MAC	PAL
COMPRESSIE RATIO:		
HELDERHEID	3:2	–
KLEURVERSCHIL	3:1	–
KLEURENDRAAGGOLF	–	4,43 MHz
BANDBREEDTE: Y	8,4 MHz	5,6 MHz
U/V	4,8 MHz	1,6 MHz
MOMENTANE BIT SNELDHEID	20,25 Mbit/s	–
GEM. BIT SNELHEID (geluid; 10 μs)	~ 3,2 Mbit/s	ANALOOG

tabel 1.

Bij een compressie van 3 : 2 voor de helder-heid betekent dit een bemonsterings-frequentie van 1,5 x 13,5=20,25 MHz. Voor het kleurverschilsignaal wordt een compressie van 3 : 1 genomen welke in de-zelfde bemonsteringsfrequentie resulteert n.l. 20,25 MHz.

Een televisielijn (64 μsec) wordt met de bemonsteringsfrequentie van 20,25 MHz verdeeld in 1296 tijdslotten. De opdeling van deze tijdslotten wordt in figuur 1 weergegeven. Alternerend worden de kompo-nenten U en V met de helderheid mee-gezonden.



A : 206 t.slot : synch. geluid, data — 2-4 PSK
B : 4 ,, : overgang
C : 15 ,, : clamp periode
D : 10 ,, : scrambling/overgang
E : 354 ,, : U/V
F : 5 ,, : overgang
G : 697 ,, : Y
H : 6 ,, : scrambling/overgang
I : 4 ,, : overgang
(B–I: FM)
1296 ,, (=20,25 MHz)

figuur 1.

Ook de Nederlandse industrie heeft belang-stelling voor een dergelijk systeem. Echter zij wil meer flexibiliteit om toe-komstige ontwikkelingen, zoals andere aspect ratio, stereoscopische televisie etc. te garanderen.
Het besproken systeem maakt gebruik van tijdmultiplexing in de lijn-periode. Door gebruik te maken van een beeldgeheugen, welke in de nabije toekomst beschikbaar zullen komen, is een concept mogelijk van multiplexing in lijn en of rasterperiode en kan de gewenste flexibiliteit ingebouwd worden.

Het Nederlands idee is door de EBU overgenomen en in de specificaties van het systeem verwerkt, zodat in de nabije toekomst nieuwe ontwikkelingen mogelijk zijn.

2. Toevoegen van het geluid

Voor het transporteren van het geluid is gekozen voor digitale modulatie.
Tijdens de CCIR-interim meeting(sept.1983) is voor het geluid een studiostandaard met een bemonsteringsfrequentie van 48 kHz en een resolutie van 16 bits aangenomen.

Hoewel de digitalisering van het geluid met 48 kHz/16 bits voor omroep een zeer hoge kwaliteit levert heeft men getracht een standaard voor de satellietomroep aan te bevelen welke minder bandbreedte vereist en welke eenvoudig is te converteren uit de studiostandaard.
Deze voorlopige aanbeveling voor satellietomroep voor "high quality" geluid is dan ook afgeleid van bovengenoemde studiostandaard.
In tabel 2 zijn de belangrijkste parameters van deze aanbevelingen weergegeven.

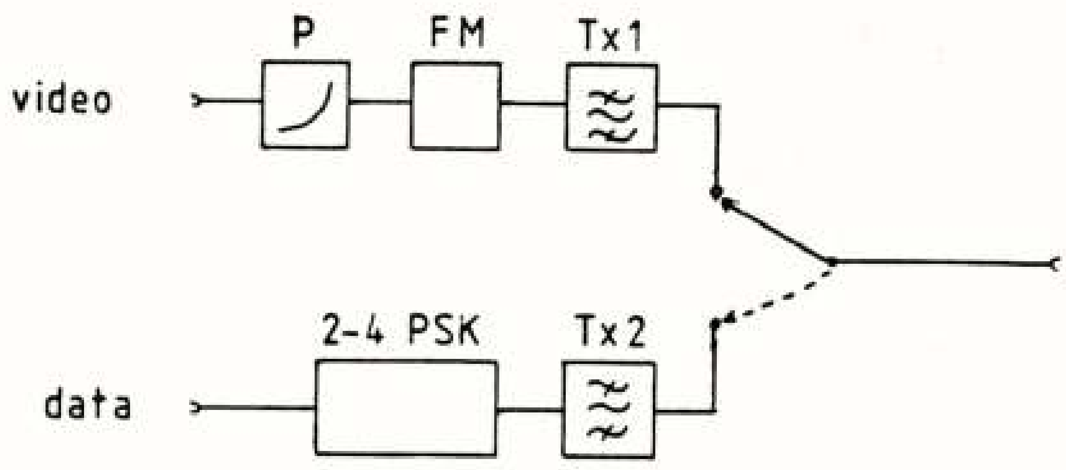
DIGITALE GELUIDSCODERING

GELUID	40 - 15 000 Hz
TYPE	MONO (1 kan) STEREO (2 kan)
BEMONSTERINGS-FREQENTIE	32 kHz
CONVERSIE	14 bit/monster
PRE-EMPHASIS	CCITT J 17
COMPRESSIE	NEAR - INSTANTANEOUS

tabel 2

Het gebruik van TDM heeft als voordeel dat zowel voor het videosignaal als voor het geluidskanaal de gehele kanaalbandbreedte kan worden gebruikt.
De momentane bit-rate van het geluid is 20,25 Mbits/s.
Het is mogelijk om 8 (gecomprimeerde) geluidskanalen met het beeld mee te zenden (gemiddelde bit-rate is ca 3,2 Mbits/s.)

Het geluid wordt 2-4 PSK gemoduleerd.
Het videosignaal wordt FM gemoduleerd.
In figuur 2 is het principe van de MAC-coder te zien.



Tx1 : B = 30 MHz
Tx2 : B = 1,2 R (= 24,3 MHz)
P : Pre-emphasis

MAC-CODER

figuur 2

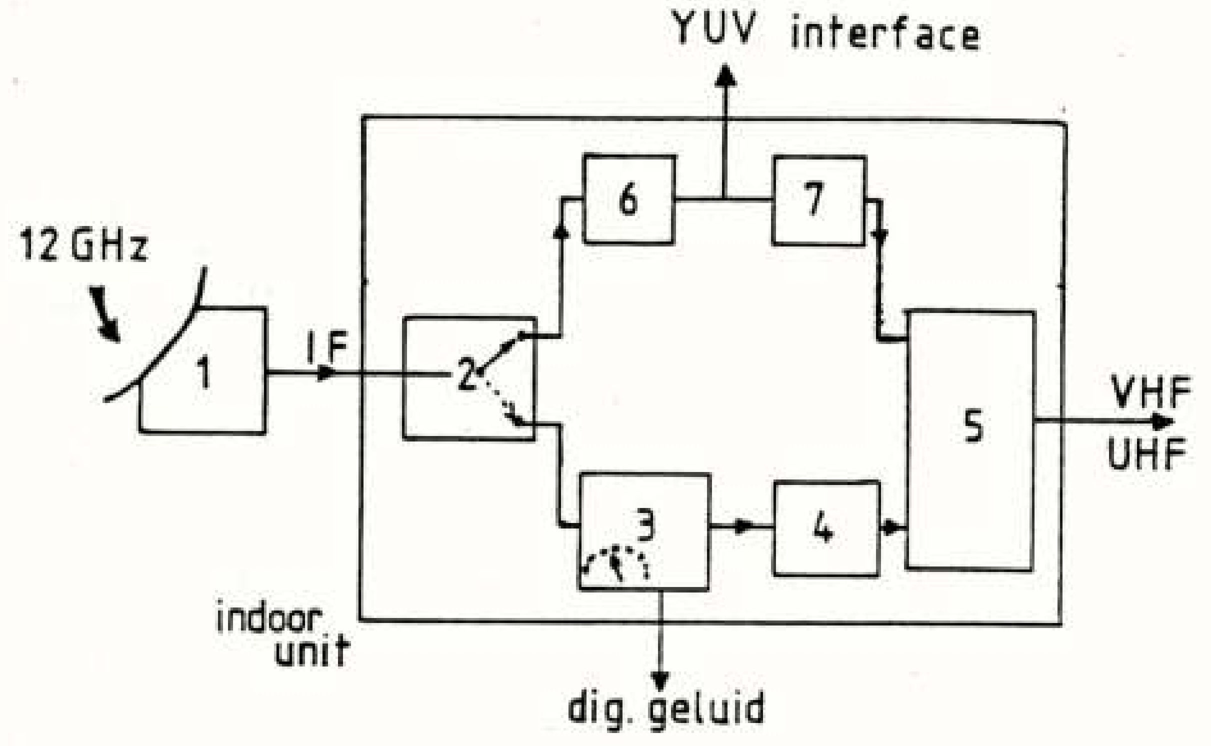
Tot zo ver zeer beknopt de nieuwe tv-standaard C-MAC/packet.

C : methode van geluidsbijvoeging (hoogfrequent)
MAC : methode van beeldcodering.
packet : methode van geluidskanalen multiplexing.

3 . Consequenties voor de ontvangst

3a. Individuele ontvangst.

Het C-MAC/packet-systeem is niet compatible met de huidige systemen.
Dit betekent een ander type ontvanger.
Om een optimale verbetering te krijgen zal ook de beeldbuis een hogere resolutie moeten hebben.
Een outdoor unit verschuift de frequentie naar de frequentieband 0,95 - 1,75 GHz.
In de indoor-unit (figuur 3) vindt dan verdere processing plaats.



1 : DOWN CONVERTER
2 : FM DEMODULATOR / PSK DEMODULATOR
3 : GELUID / DATA DECODER
4 : FM MODULATOR
5 : AMPLITUDE MODULATOR
6 : VIDEO PROCESSOR
7 : PAL CODER

figuur 3

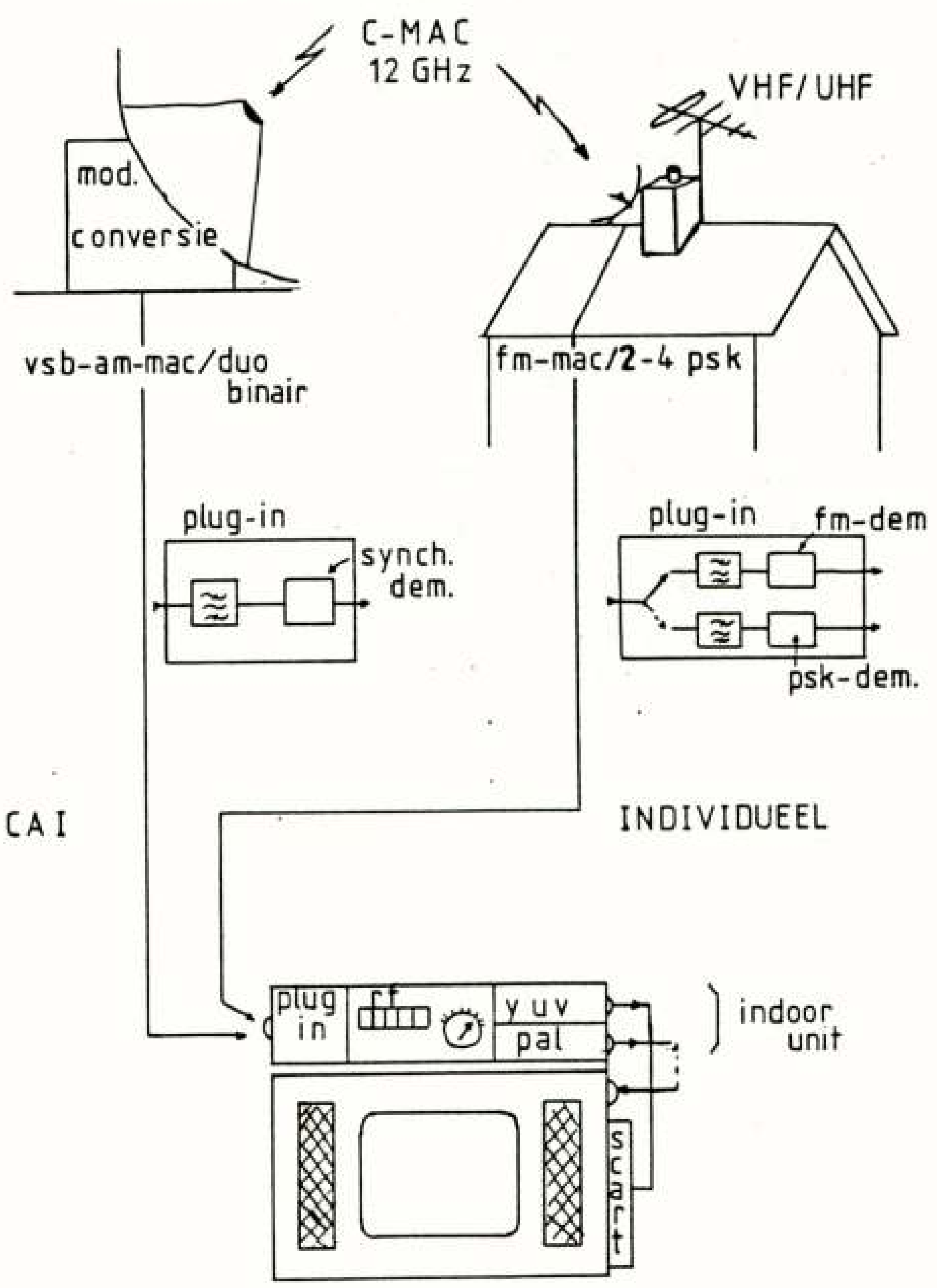
3.- Ontvangst door middel van CAI'n

Het C-MAC/packet-systeem is niet zonder meer geschikt voor doorgifte in CATV-systemen. De technische mogelijkheden om een dergelijk signaal via een CATV-systeem toch "transparant" door te geven zijn:

a) frequentieverschuiving naar band IV/V met onveranderde modulatie.
   De benodigde bandbreedte blijft dan 27 MHz. Mogelijk bij breedband kabelsystemen b.v. glasvezelnetten.
b) remodulatie van het videosignaal naar VSB (vestigal sideband) en het geluid/data digitaal gemoduleerd op een extra draaggolf. De vereiste bandbreedte is ca 12 MHz.
c) Remodulatie van het videosignaal naar VSB èn remodulatie van het geluid/data naar binary of duo-binary of quaternary signaal.

De laatste mogelijkheid is door experts van de EBU en de fabrikanten van kabelsystemen verder uitgewerkt. Door het geluid/data op een andere manier te moduleren (duo-binair in de basisband) en de capaciteit te reduceren (van 8 naar 4 "high quality"-kanalen); een reductie van de capaciteit van 20 Mbits/s. naar 10 Mbits/s.) ontstaat er een nieuw transmissiesysteem, aangeduid met D2-MAC/packet.

De benodigde bandbreedte voor het geluid/data van dit systeem bedraagt ca 5 MHz. De videobandbreedte van het MAC-signaal wordt gereduceerd tot 5 à 6 MHz. De kanaalbandbreedte in CATV-systemen is 7 MHz (VHF), resp. 8 MHz (UHF).
Het D2-MAC/packet-systeem is zodoende geschikt voor doorgifte in CATV-systemen, zij het met een gereduceerde beeldkwaliteit t.a.v. het C-MAC/signaal. De resterende beeldkwaliteit is toch nog een verbetering t.o.v. die van het huidige PAL-systeem.



figuur 4

De Europese fabrikanten van televisie-ontvangers en kabelsystemen zijn, met uitzondering van een klein deel van de fabrikanten in de UK, van mening dat het D2-MAC/packet-systeem met FM-modulatie een betere bruikbare Europese transmissiestandaard is voor satelliet-omroep dan het C-MAC/packet-systeem, omdat:

- het D2-MAC/packet-systeem geschikt is voor doorgifte in CATV-systemen (alleen FM naar VSB conversie).

- één ontvanger kan worden gebruikt voor zowel directe als collectieve ontvangst.
- het mogelijk ook toepasbaar is voor aardse omroep. Een onderzoek c.q. studie is nog bezig.

De nadelen van een dergelijk systeem zijn:
- een halvering van de geluid/data-capaciteit t.o.v. het C-MAC/packet-systeem.

4. Eindbeschouwing

Door de komst van de omroepsatelliet is de gedachte ontstaan of het mogelijk is een nieuw gestandaardiseerd tv-systeem te introduceren. Dit systeem is gebaseerd op een met componenten opgebouwd videosignaal en digitaal gecodeerde geluidssignalen die met TDM worden samengevoegd.
Dit heeft geresulteerd in de definitie van de MAC-familie.
De MAC-familie behelst:

voor DBS:

C-MAC/packet-systeem(met FM en PSK modulatie; aanbevolen door EBU)

D2-MAC/packet-systeem(met FM modulatie; aanbevolen door de industrie)

voor kabeldistributie:

D-MAC/packet-systeem(met VSB/AM modulatie) voor "transparante" doorgifte van het C-MAC-systeem

D2-MAC/packet-systeem (met VSB/AM modulatie)

De EBU en de europese industrie zijn het volgende overeengekomen:
a) één type ontvanger voor Europa.
b) een overgangsperiode van PAL/SECAM naar MAC moet worden vermeden.

Een voorgestelde D2-MAC/packet-systeem (FM) lijkt voor satellietomroep een geschikte standaard omdat deze:
- geschikt is voor directe ontvangst.
- geschikt is voor kabeldistributie (een eenvoudige omzetting van FM naar VSB/AM nodig)
- de mogelijkheid biedt voor toepassing voor aardse omroep

Voor een optimaal gebruik van het MAC-systeem en een verdere uitbouw, de flexibele vorm van extended MAC, zijn breedbandige CATV-systemen gewenst kanaalbreedte > 14 MHz).

Inschatting van de resultaten

In overweging nemende dat:

- de komst van de omroepsatelliet de invoering van een nieuw standaard mogelijk maakt
- de nieuwe MAC-standaard een verbetering van de beeldkwaliteit mogelijk maakt
- het MAC-systeem de mogelijkheid levert tot één omroepstandaard voor Europa
- het MAC-systeem niet compatibel is met de huidige ontvangers
- de huidige kabeldistributie, met een kanaalbreedte van 7 à 8 MHz, de ontvangstkwaliteit en de flexibiliteit beperkt,

lijkt het D2-MAC/packet-systeem, voor de meeste landen, in verband met kabeldistributie, het meest acceptabele systeem.
De Nordic-landen en Groot-Brittannië accepteren alleen het C-MAC/packet-systeem.

5. Literatuur

-Lucas, K. and Windram, M.D. (1981)
Direct television broadcasts by satellite-desirability of a new transmission standaard. IBA Report 116/81.

-Windram, M.D., Tonge, G. and Morcom, R. (1982)
MAC -a television system for high-quality satellite broadcasting
IBA Report 118/82.

-Mertens, H. and Wood, D.
The C-MAC packet-system for direct satellite television. EBU tech.review No.200, August 1983, page 170-185.

-Broadcasting-satellite-service (sound and television), Report CCIR-recommendations and reports, volume X/XI-2, Geneve 1982.

-Polder, L.J.v.d., Parker, D.W. and Roos,J.
Evaluation of television receivers from analog to digital.
Proceedings of the IEEE, Vol.73 no.4 april 1985.

Voordracht gehouden tijdens de 332e werkvergadering.









NEDERLANDS ELEKTRONICA- EN RADIOGENOOTSCHAP
(333e werkvergadering)
SECTIE TELECOMMUNICATIETECHNIEK VAN HET KIvI
IEEE BENELUX SECTIE

UITNODIGING

voor de lezingen op **maandag 10 juni 1985** in **collegezaal D van de Afdeling der Elektrotechniek** van de **T.H. Mekelweg 4, Delft.**

Om de 3 jaar organiseert de URSI (Union Radio-Scientifique Internationale) een algemene wetenschappelijke bijeenkomst. (Assemblée Générale). Tijdens deze bijeenkomst worden de laatste ontwikkelingen op de diverse deelgebieden, die de URSI bestrijkt, besproken. Tijdens de werkvergadering zullen enige nieuwe ontwikkelingen, die op de Assemblée Générale aan de orde zijn geweest, worden toegelicht.

PROGRAMMA:

09.30 - 10.00 uur:	Ontvangst en koffie.
10.00 - 10.30 uur:	**ING. A. B. WOLTERING**, (Lab. Electron. Ontw. Krijgsmacht, Oegstgeest, URSI Commissie A): RADIOFREQUENTE STRALINGSNIVEAU'S IN NEDERLAND.
10.30 - 11.00 uur:	**PROF. DR. IR. P. M. VAN DEN BERG**, (Delft): Foto 1 STRALING EN VERSTROOIING. ACTIVITEITEN VAN URSI COMMISSIE B.
11.00 - 11.30 uur:	**PROF. DR. IR. J. P. M. SCHALKWIJK**, (Eindhoven, URSI Commissie C.): CODERINGSSTRATEGIEËN EN CAPACITEIT VOOR TWEEWEG KANALEN. Foto 2
11.30 - 11.45 uur:	Koffie.
11.45 - 12.15 uur:	**DR. G. BRUSSAARD**, (ESTEC, URSI Commissie F.): Foto 3 DE NAUWKEURIGHEID VAN RADIOMETRISCHE PREDICTIE.
12.15 - 13.45 uur:	Lunch.
13.45 - 14.15 uur:	**PROF. DR. F. L. H. M. STUMPERS**, (Eindhoven, voorzitter URSI Commissie E.): DE ELECTROMAGNETISCHE OMGEVING, EFFECTEN VAN BLIKSEM EN NUCLEAIRE ELECTROMAGNETISCHE IMPULS. Foto 4
14.30 - 17.00 uur:	Bezoek aan het Technisch Museum, T.H. Delft.
14.45 - 15.15 uur:	Introductie **IR. J. M. BRANS.**
15.15 - 16.00 uur:	Rondleiding door studieverzameling.
16.00 - 16.30 uur:	Afsluiting in het E-kafee.

Voor leden en studenten is de toegang tot de lezingen gratis, voor anderen *f* 15,—. Aanmelding voor de lezingen dient te geschieden **vóór 3 juni** door middel van de aangehechte kaart, gefrankeerd met 50 cent. Reservering voor de lunch vindt slechts plaats als vóór 3 juni *f* 15,— is ontvangen op postrekening 94746 t.n.v. Penningmeester NERG, Leidschendam onder vermelding van "URSI".

Namens het NERG bestuur,
DR. IR. A. J. VINCK.
Tel. 040 - 473672

Eindhoven, mei 1985.

OPSPORINGSMETHODIEKEN VOOR OMROEPPIRATEN

Ir. S.H.L. Herman
PTT Centrale Directie Radiocontroledienst

Methods to apprehend broadcasting pirates. This article describes the methods used by the Radio Control Service (RCD) of the Netherlands PTT to apprehend broadcasting pirates. The RCD has three main tasks: frequency management, monitoring including the location of illegal transmitters and the investigation of interference. In this article attention is focused on the location of illegal broadcasting stations, particularly those in the FM radio band and TV bands I and III.

By means of spectral diagrams an outline is given of how an illegal transmitter can be discovered and there is a discription of an operation to seize equipment. The technical facilities available to officials are detailed. There are currently around 5,000 seizures a year in the Netherlands, while the number of illegal transmitters varies between 10,000 and 50,000.

Het in het kort schilderen van door de RCD gehanteerde opsporingsmethodieken ter bestrijding van omroeppiraterij lijkt een schier onmogelijke taak.
Indien u zich uit mijn betoog een oordeel zou willen vormen of dit op effectieve wijze geschiedt en tot terugdringen van dit verschijnsel leidt, moet ik u bij voorbaat teleurstellen: het is en blijft dweilen met de kraan open.
Ik wil de volgende indeling voor mijn voordracht hanteren:

1. een korte introductie van de taak van de RCD;
2. gezien het thema van deze dag: het schilderen van enkele bij de omroep in "gebruik" zijnde banden;
3. de wijze van opereren en de doelgebieden van etherpiraten;
4. een overzicht van de technische hulpmiddelen die de opsporingsambtenaren van de RCD ter beschikking staan;
5. een schildering van opsporingsaktiviteiten;
6. mogelijke toekomstige ontwikkelingen.

1. Taak van de Radiocontroledienst

De taak van de RCD is in drie hoofdonderdelen op te splitsen, te weten:

- de toewijzing van frequenties voor ethercommunicatiedoeleinden en het stellen van gebruiksregels en technische parameters, e.e.a. voortvloeiend uit en rekening houdend met internationale overeenkomsten (de Radioregulations). Kort gezegd: het frequentiemanagement;
- het toezien op de naleving van de gestelde regels en het opheffen van gemelde storingen. Hieronder valt ook de groepering "opsporing clandestiene zenders". Deze taak kan worden samengevat onder de term etherbewaking;
- het radiostoringsonderzoek met als doel: het stoornivo van de ether zo laag mogelijk houden. Te denken valt aan b.v. storingen door collector-motoren, TL-verlichting, IHWM-apparatuur, computers e.d.

De RCD-taak geldt voor het gehele radiofrequentiespectrum van 9 kHz tot 400 GHz.
De RCD heeft totaal ongeveer 246 mantaken, waarvan ongeveer 28 opsporingsambtenaren.

2. Enkele bij de omroep in "gebruik" zijnde banden

Vorige sprekers hebben al het een en ander aangegeven m.b.t. de voor omroep bestemde banden.
Ik wil mij voor wat betreft mijn voordracht voornamelijk beperken tot de FM radio-omroepband en de TV-banden I en III.
Aan de hand van de volgende figuren wil ik het "mechanische" van ongereguleerd frequentiegebruik en de daaruitvoortvloeiende storingen schilderen.

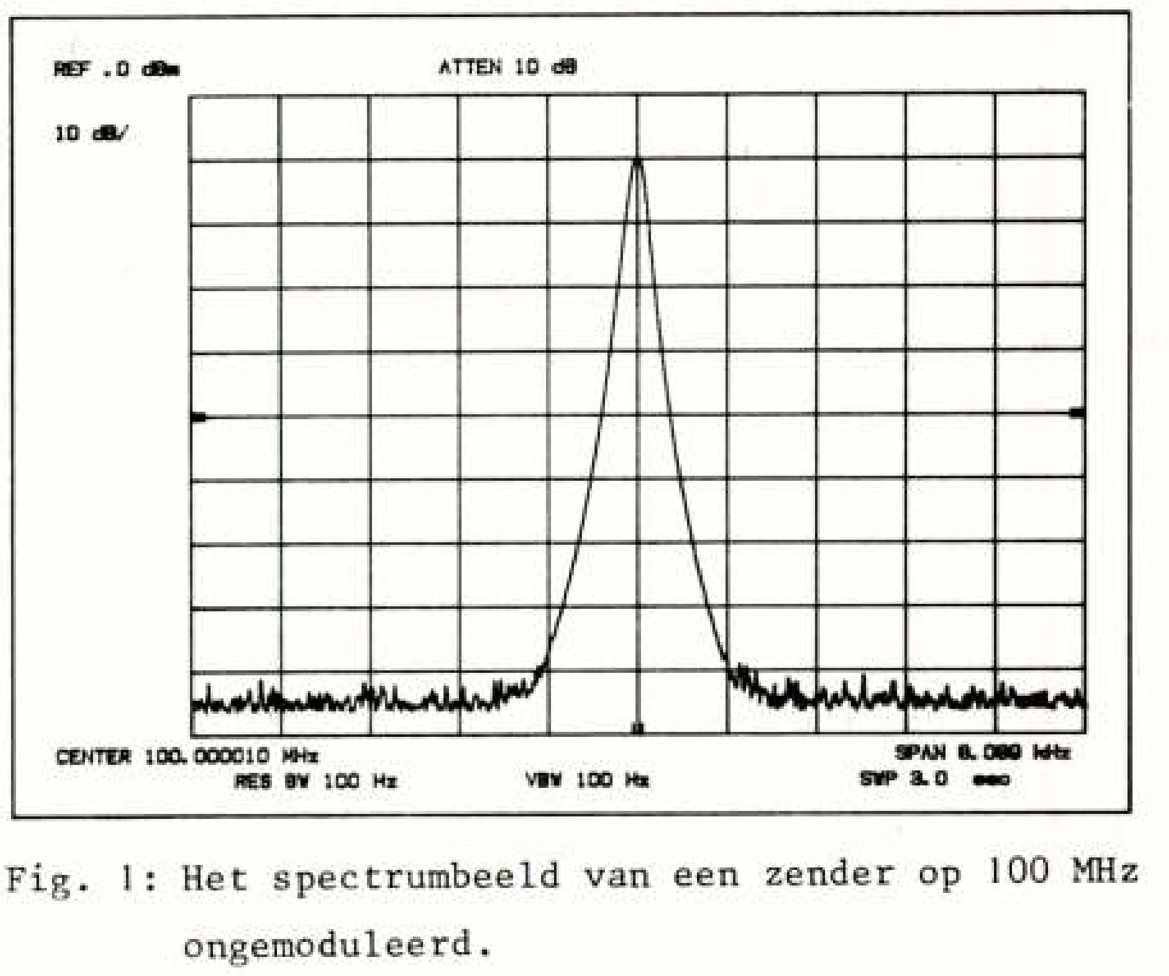


Fig. 1: Het spectrumbeeld van een zender op 100 MHz ongemoduleerd.

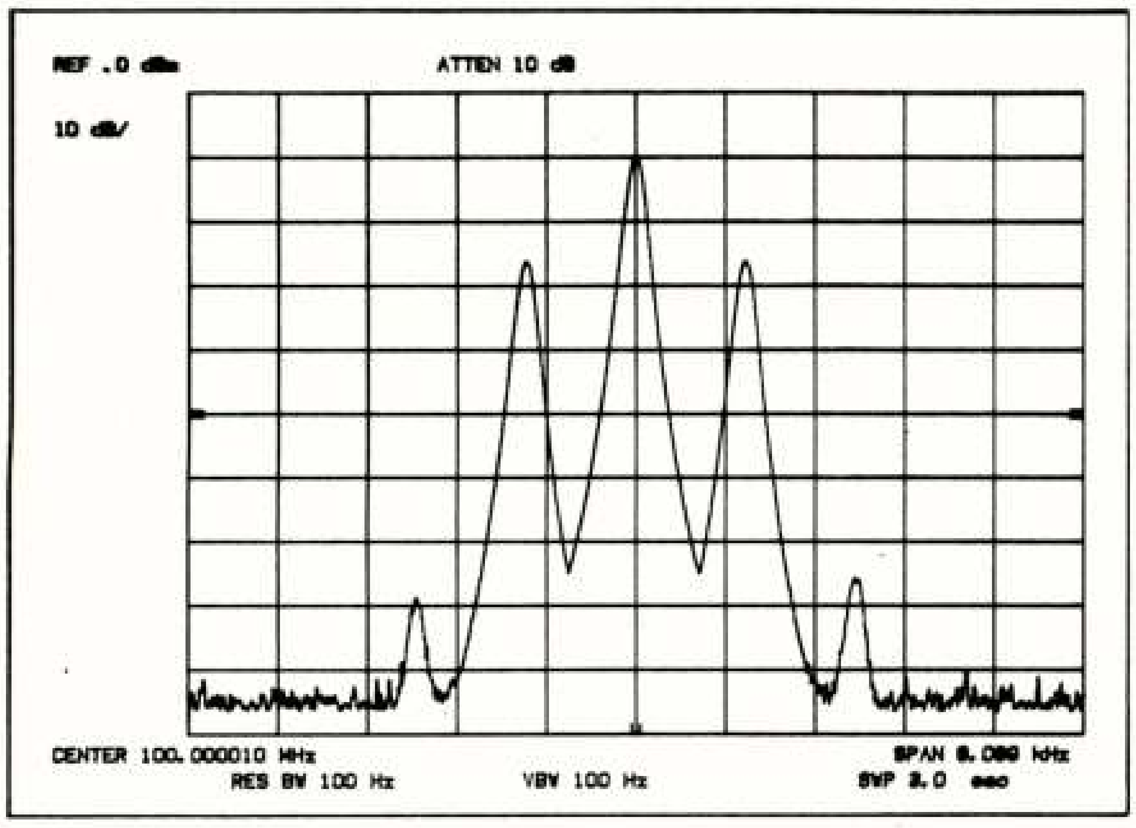


Fig. 2: Het spectrumbeeld van een zender op 100 MHz AM gemoduleerd.

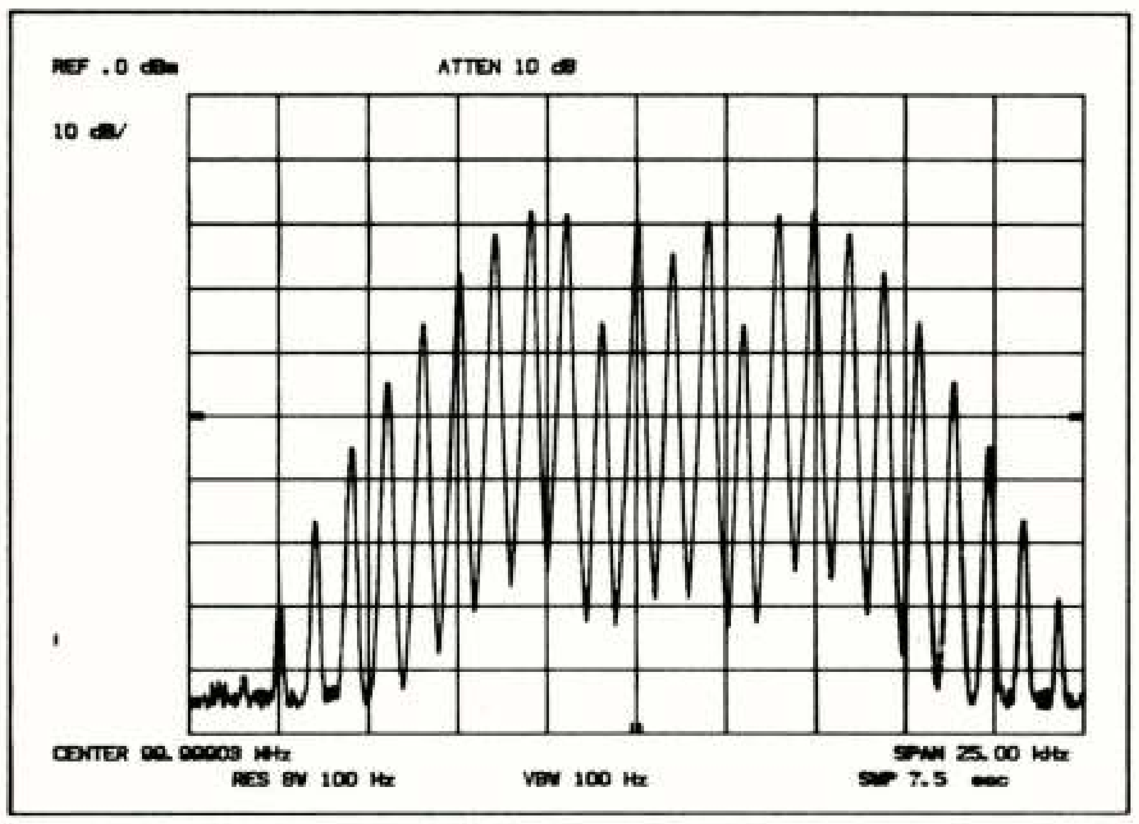


Fig. 3: Het spectrumbeeld van een zender FM gemoduleerd.

De aldus verkregen spectrumbeelden zijn op laboratoriumschaal gemaakt met gebruik van een spectrumanalyser.

Figuur 4 geeft een totaalbeeld van het radiogebruik in het aldus ingestelde frequentiegebied. Deze methode biedt voor de opsporingsambtenaren een hulpmiddel bij de opsporing.

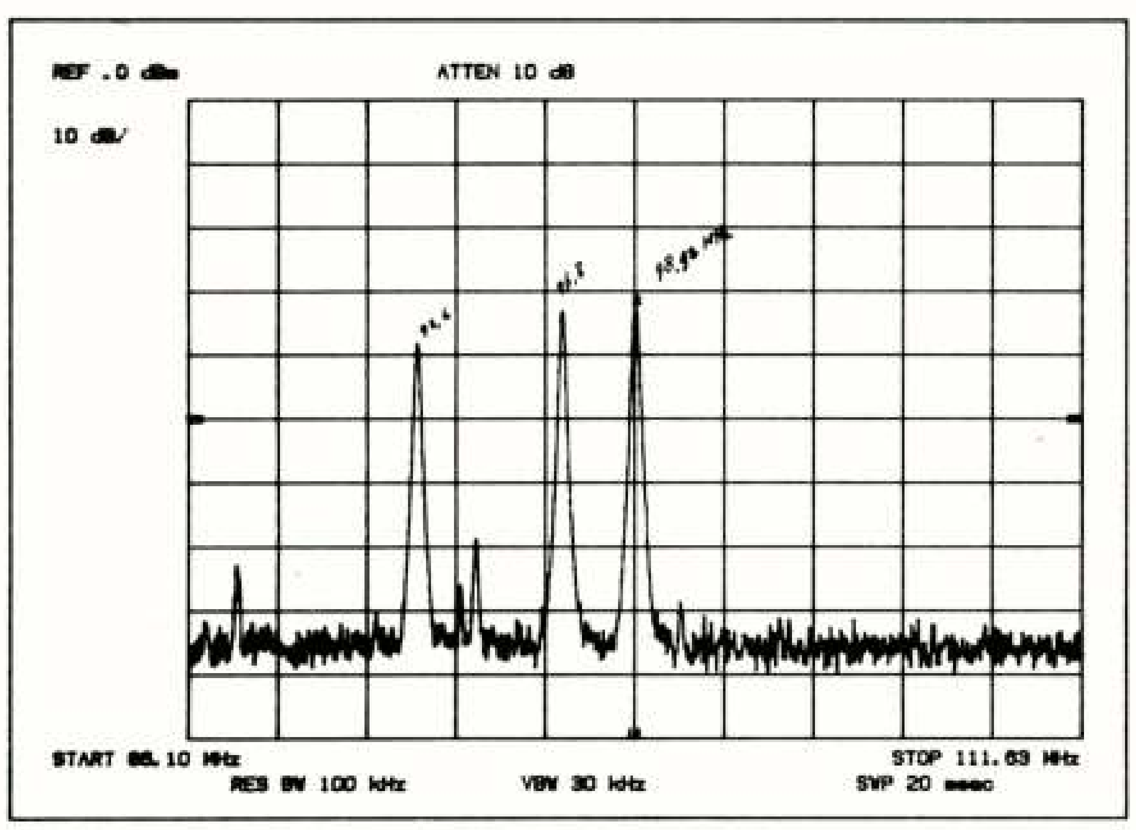


Fig. 4: Het spectrumbeeld van de drie Hilversumse zenders.

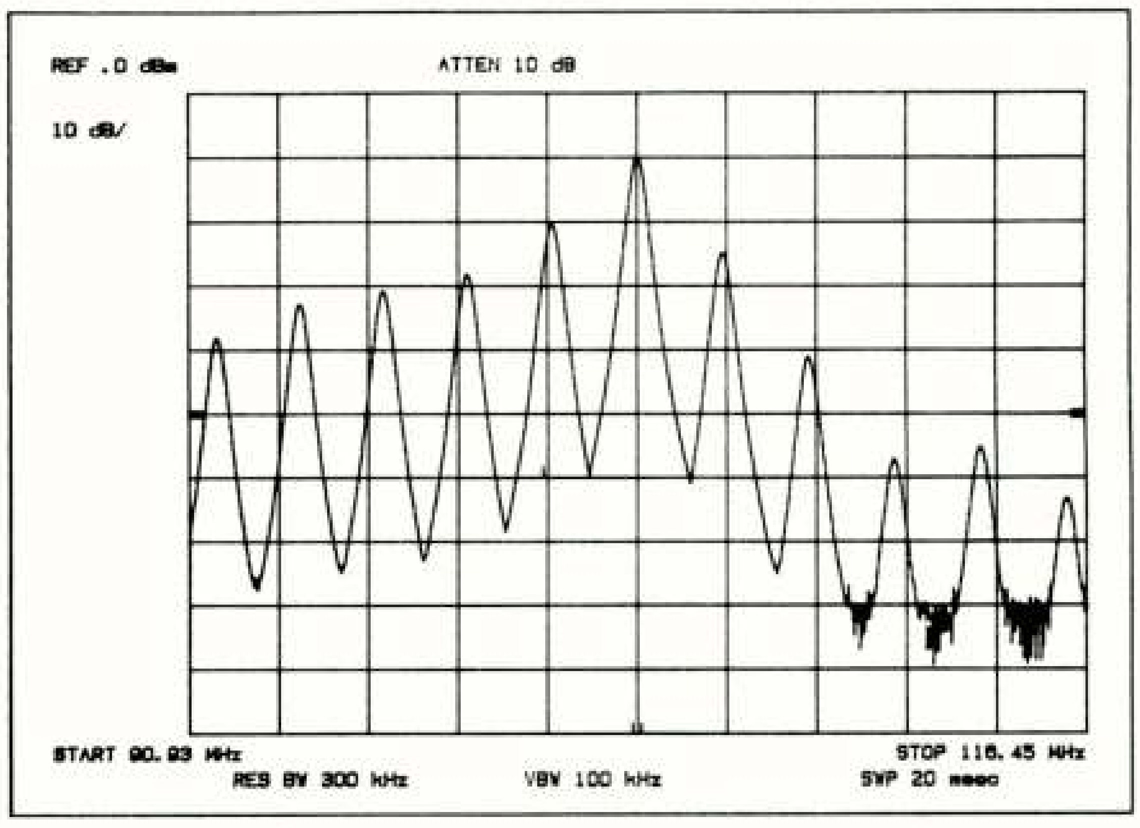


Fig. 5: Het spectrumbeeld van Hilversum IV gemoduleerd.

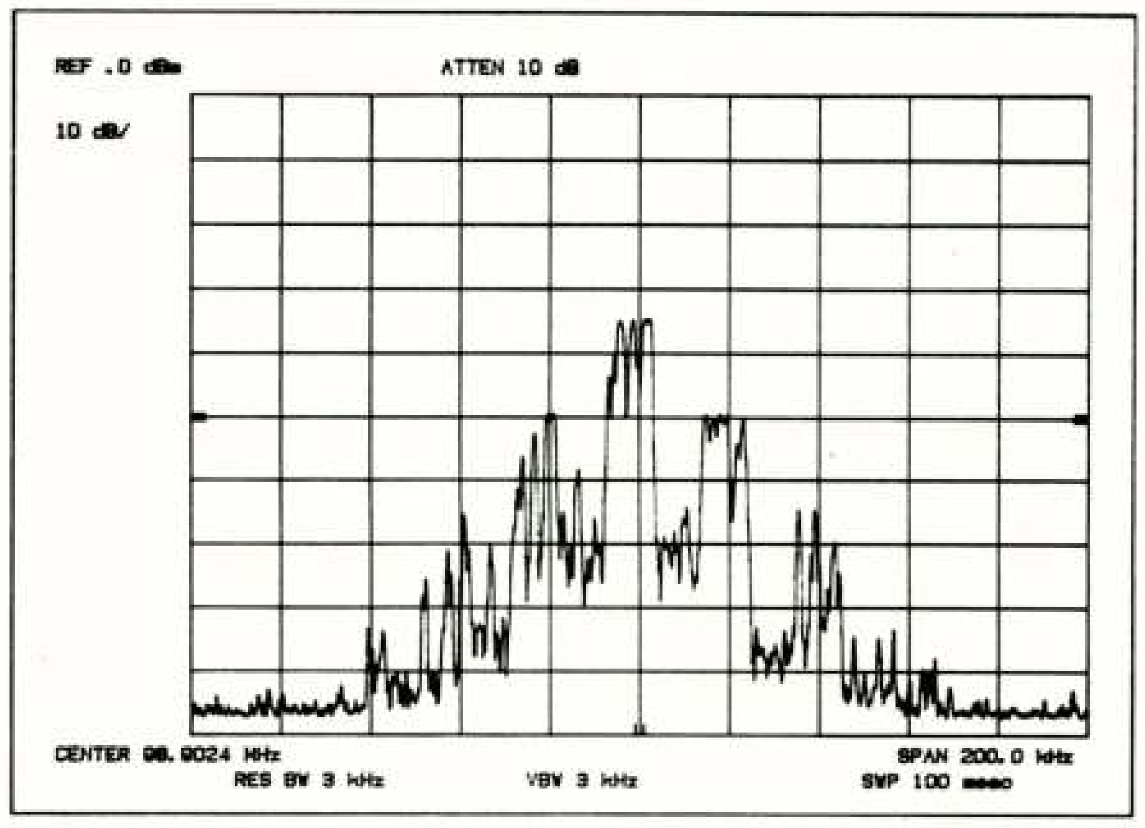


Fig. 6: Het spectrumbeeld van een clandestiene zender.

Hoe ziet nu het uitgezonden spectrumbeeld van een illegale uitzending eruit ? Het in Fig. 6 weergegeven "uitzendspectrum" van een in beslag genomen clandestiene zender laat zien dat er sprake is van het in beslag nemen (kraken) van vrijwel de gehele FM-omroepband.

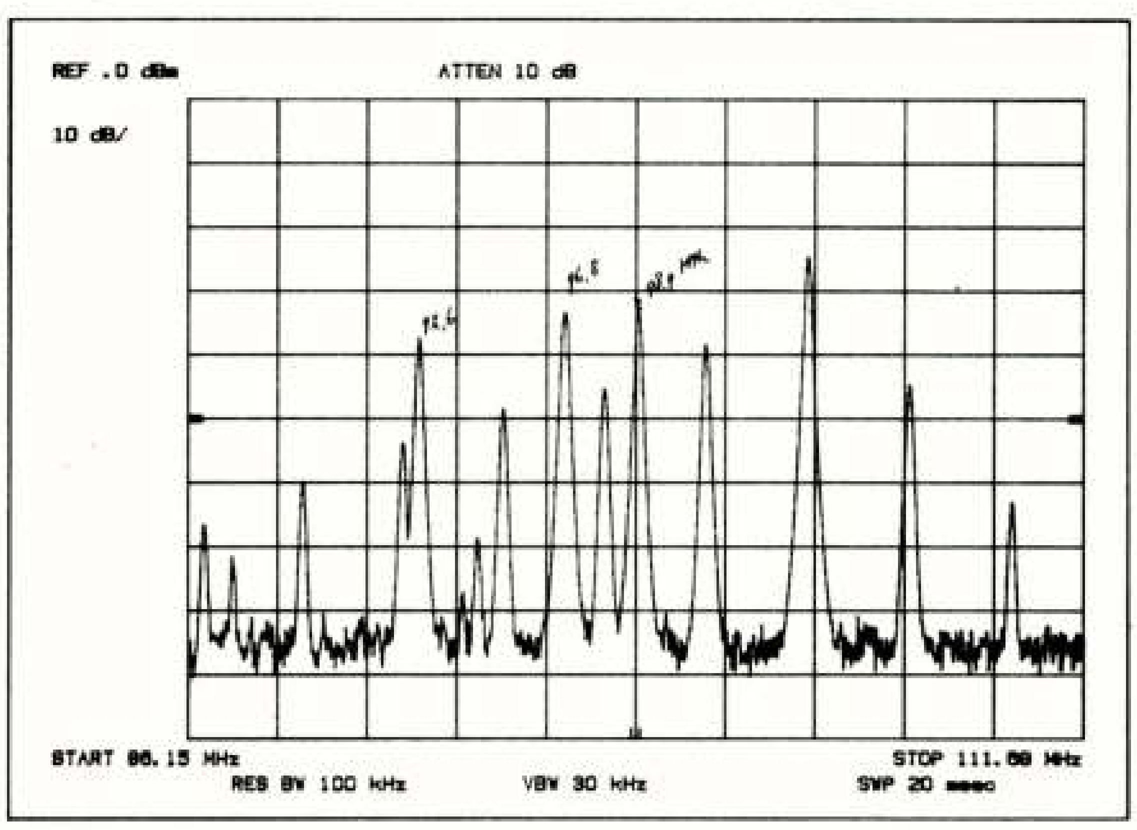


Fig. 7: Het spectrumbeeld van een uitzending door een piraat tussen Hilversum 1/3 en 2/4.

Fig. 7 laat zien, hoe deze illegale zender er in het spectrum, tezamen met de Hilversumse zenders uit komt te zien.
De door de illegale zender veroorzaakte frequentiepieken zijn voor die zender karakteristiek. Bij het zich verwijderen van de illegale zender (zwakkere veldsterkte), zullen alle frequentiepieken gelijkelijk zwakker worden, het totale illegale zenderbeeld wordt zwakker of sterker.
Deze methode biedt voor de opsporingsambtenaren een hulpmiddel bij de opsporing.
Gezocht is naar zodanige technische uitvoeringen, dat dit operationeel mogelijk werd.

De piraat hanteert verschillende methoden om in het geval van inbeslagname zo snel mogelijk weer in de lucht te zijn, zoals: onbemande zenders op afstand, aangestraalde zenders, gebaricadeerde locaties, maar ook grote aantallen reservezenders.

4. Technische hulpmiddelen

Het hiervoor om de "plaatjes" geschetste illustreerde dat de opsporingsambtenaren met een totaalbeeld van het betreffende spectrum het beste uit de voeten kunnen. Dit in tegenstelling tot de vroegere praktijk, waarbij aparte peilers voor 27 MHz en de middengolf werden ingezet. De nadruk van die apparatuur lag op de peil-

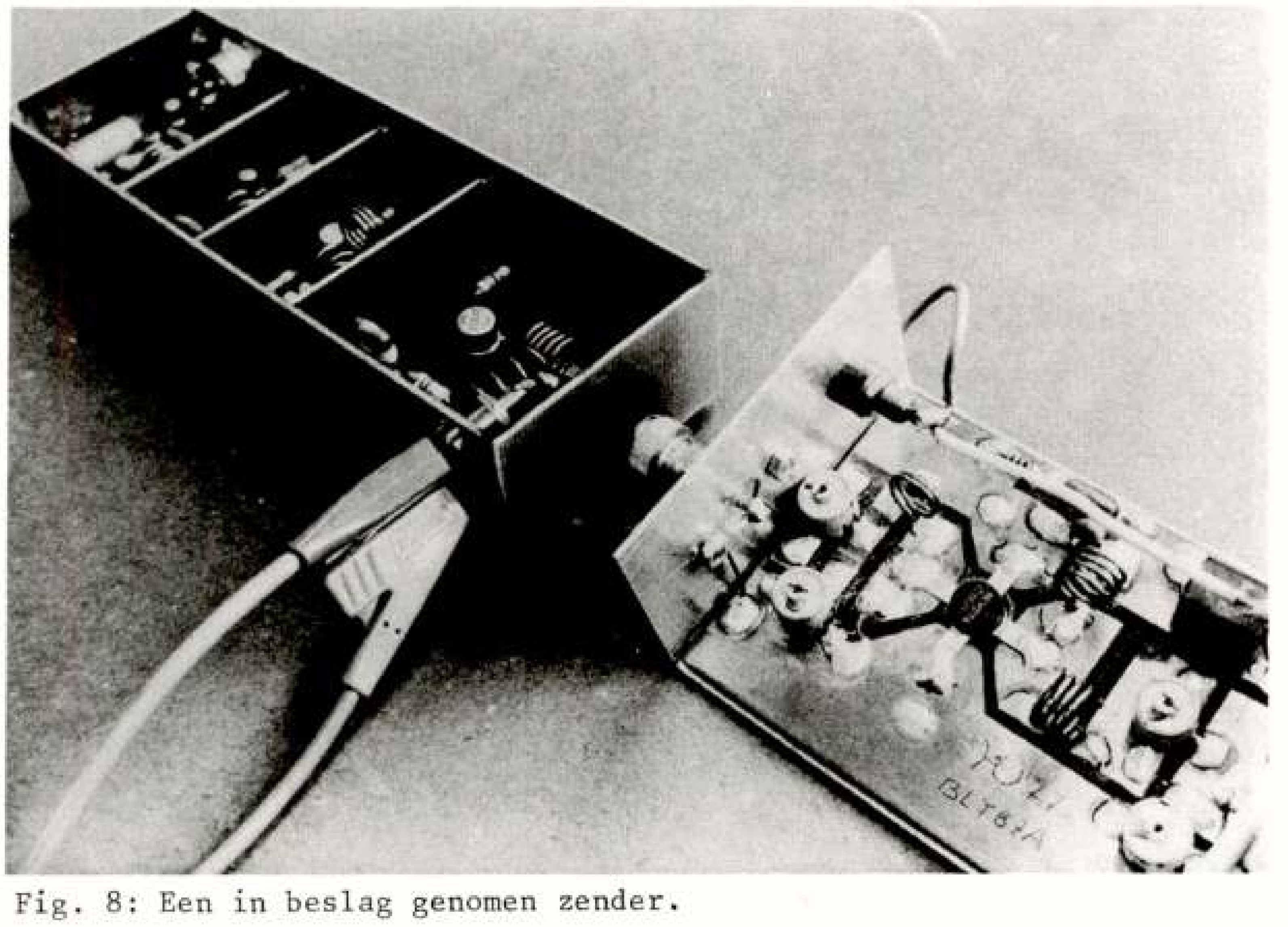


Fig. 8: Een in beslag genomen zender.

nauwkeurigheid en niet op het totale spectrumbeeld.

De opgave waar de RCD m.b.t. de uitrusting van de OCZ-ambtenaren voor stond, was zodanige apparatuur aan te kopen dat het totale spectrum kon worden "doorgescanned", terwijl apparatuur in de auto's zodanig kon worden opgebouwd, dat de auto nog als onopvallend kon worden gekwalificeerd.
De auto heeft een vinyl dak, waaronder de antenne is gemonteerd. De panorama-ontvanger (tot 1000 MHz) is modulair opgebouwd en in een 19 Inch rek in de kofferbak gebouwd (zie Fig. 9) en het schermpje (display) is naast de bestuurder in het dashboard ingebouwd(zie Fig. 10, 11 en 12). U ziet de overeenkomsten met de laboratoriumplaatjes (Fig. 4 en Fig. 7). Ik heb bewondering voor de ambtenaar die hier nog wat uit kan halen.

Lokalisering vindt plaats met behulp van deze apparatuur tot in de straat van de "piraat", waarna men verder d.m.v. recherchewerk probeert erachter te komen in welke pand de apparatuur is opgesteld.
Dit recherchewerk bestaat uit het onderzoeken waar de antennekabel het pand binnengaat (m.b.v. een verrekijker), welke andere politiecollega's moeten worden ge-

3. Wijze van opereren en doelgebieden van etherpiraten.

Alvorens hier verder op in te gaan, wil ik eerst iets over de piraat zelf proberen te vertellen. N.B.: ik ben geen psycholoog.
Rapporten van o.a. de Rijksuniversiteit van Groningen, NOS-luisteronderzoeken hebben in hoofdzaak drie motieven voor piraten aangegeven:

a. sociale bewogenheid, geldingsdrang, liefde voor het Nederlandstalig lied;
b. spanningselement, iets doen wat verboden is;
c. puur financiële redenen (reclame).

Wil de piraat een groot luister-/kijkpubliek bereiken, dan zal hij/zij vooral in de randstad opereren, waar een grote bevolkingsdichtheid is.

Vooral toen de kabeltelevisienetten nog niet werden afgesloten, leverde een relatief klein vermogen gericht op de uiterst gevoelige antenne in het kopstation een relatief grote kijkersschare op. Hier is vooral het financiële aspect een belangrijke drijfveer. Het lijkt of er juist reclamegelden zitten bij de groenteboer, tapijthandelaar of andere kleine zelfstandigen.

waarschuwd (d.m.v. autotelefoon c.q. portofoon).

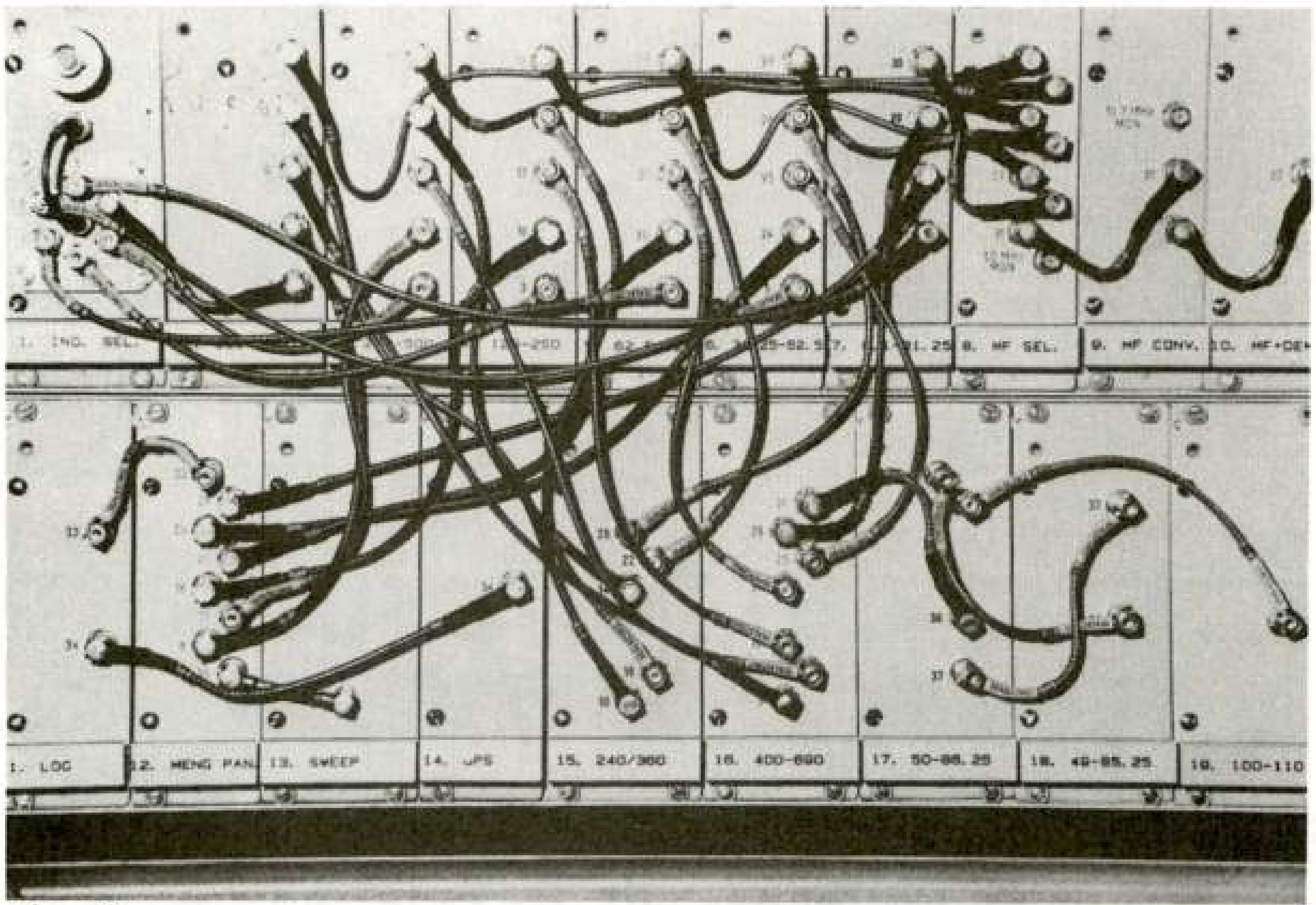


Fig. 9

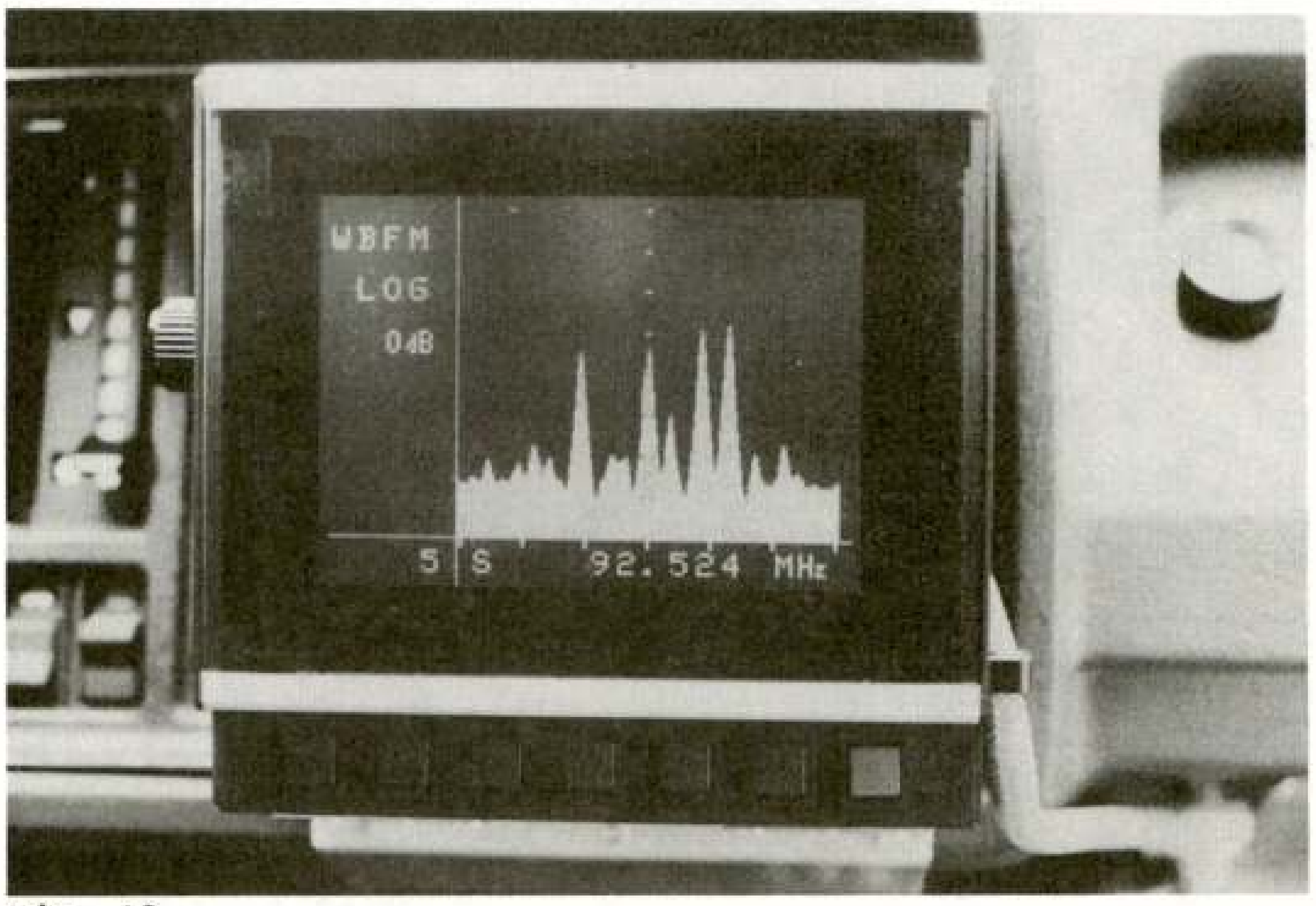


Fig. 10

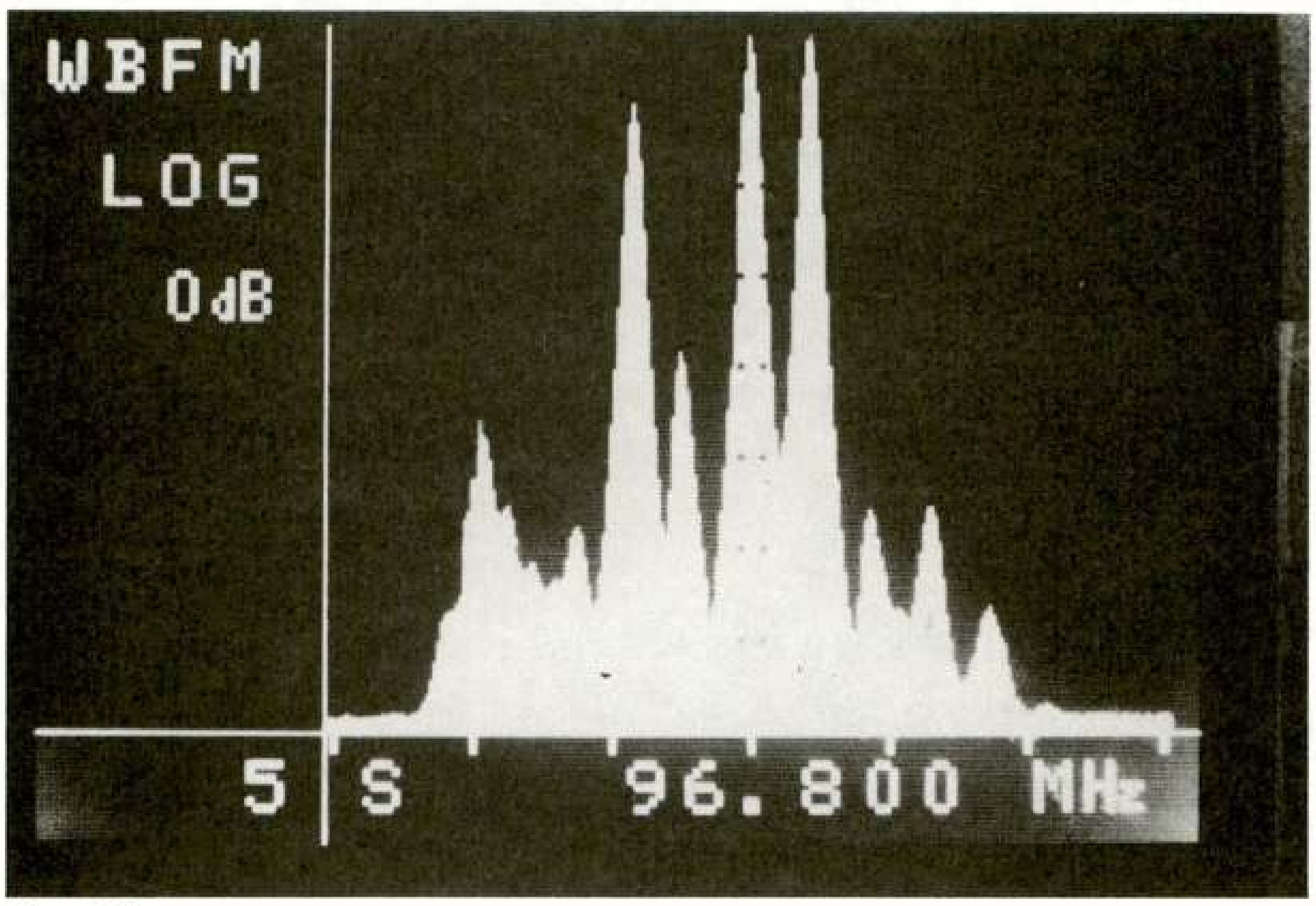


Fig. 11

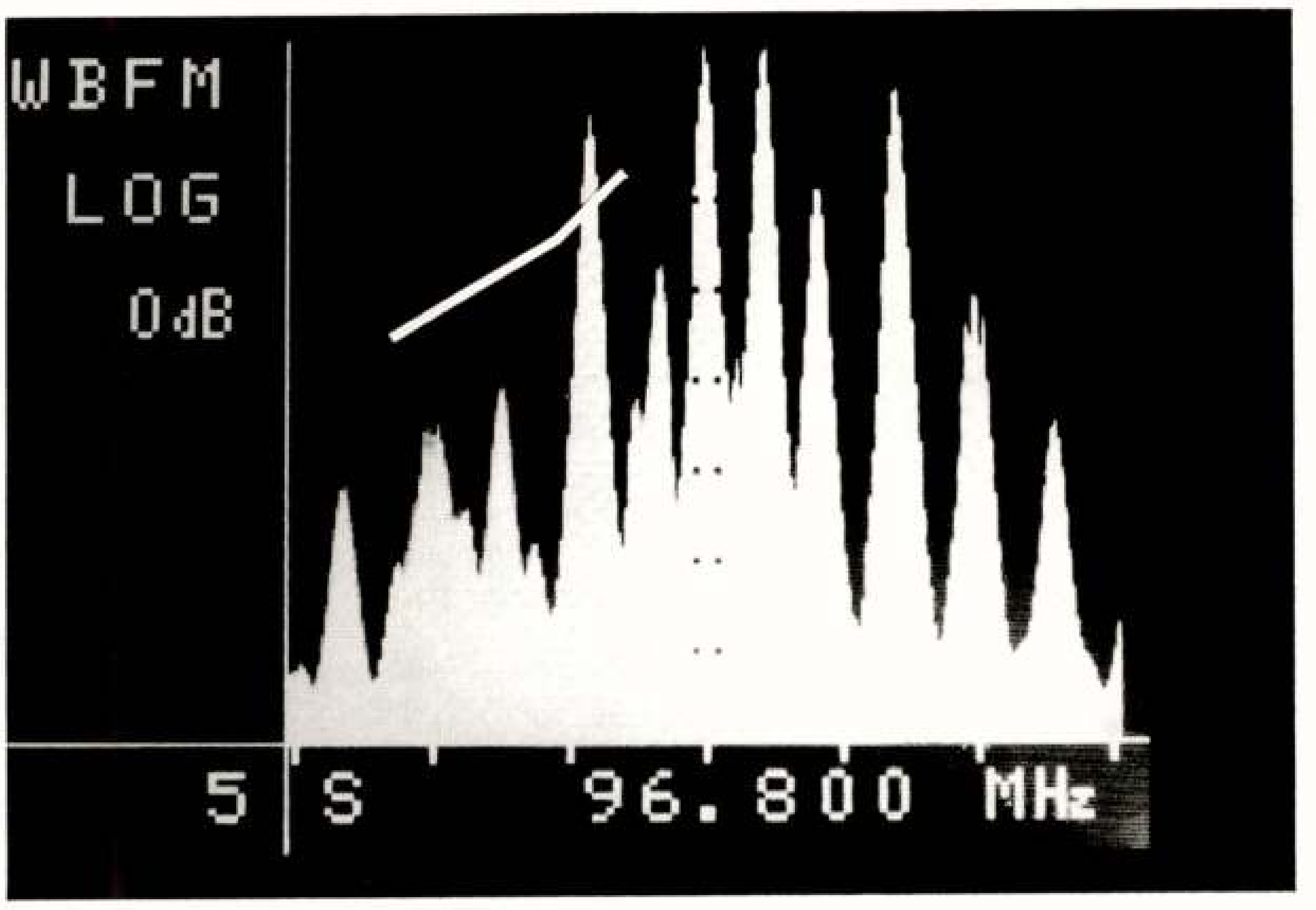


Fig. 12

5. Schildering van opsporingsactiviteiten

Bij inbeslagnames wordt men geconfronteerd met agressieve zowel als sportieve piraten.
In persberichten krijgen verhalen van b.v. nepgifslangen en inbeslagnames met behulp van enkele pelotons ME veel publieke belangstelling.
Minder in de publiciteit komen de sportieve opmerkingen van betrapte piraten in de geest van: "Ben jij het weer Klaas, nou kom maar eerst eens koffiedrinken, dan help ik je straks wel de boel in de auto te laden".
Verbazing wekt soms ook de inventiviteit van de piraat, zoals b.v. een hoofdzender, accugevoed in de boom, met daaronder een scherm van kippegaas. De zender zelf wordt op een andere frequentie aangestraald. Onderzocht moet dan worden op welke frequentie dat gebeurt en waar de zender precies staat (te constateren m.b.v. respectievelijk een veldsterktemeter en een verrekijker).

Voorts wil ik in dit forum wijzen op de toch wel moeilijke werkomstandigheden waaronder de opsporingsambtenaar moet opereren. Politiek worden hij en de RCD op de vingers gekeken. Lokale autoriteiten tonen vaak enige sympathie m.b.t. het verschijnsel piraterij, terwijl de mogelijke risico's van clandestiene zenders op het etherverkeer worden onderschat (v.g.l. Radio Eemland). De opsporingsambtenaar wordt dan verweten dat hij alleen de kleintjes aanpakt en de grote jongens ongemoeid laat.
Nog wat cijfers: ± 5.000 inbeslagnames per jaar.
Geschatte aantallen clandestiene zenders: variërend tussen 10.000 en 50.000.

6. Verwachtingen m.b.t. ontwikkelingen in de toekomst

De techniek schrijdt voort. Grenzen staan wijd open (België). Satellietontvangst staat voor de deur. Lokale etheromroep zal zijn invloed doen gelden.
Vraag is in hoeverre de opsporingsapparatuur kan worden verbeterd, denk b.v. aan de hulp van microprocessoren bij het vaststellen van karakteristieken van de clandestiene zenders. Ook hier valt op te merken dat codering van officiële zenders kan bijdragen tot het effectief aanpakken van illegale omroepzenders.
Voor wat betreft de beleidsmatige invulling kan naar verwachting in de toekomst de handel in illegale zendapparatuur effectiever worden aangepakt, alleen zal hierin de capaciteit van de justitiële macht een bepalende factor kunnen zijn.
Uit de voordrachten van de andere sprekers is op te maken, dat de geavanceerdheid van de omroepsystemen kwalitatief toeneemt, maar waarschijnlijk ten koste van de storingsgevoeligheid. Dat zal de toekomst moeten uitwijzen !

Ik wil de mij toebedeelde ruimte afsluiten met het lanceren van een tweetal stellingen, misschien wat controversieel:

1. etherpiraterij zal in het pluriforme Nederland altijd blijven bestaan;
2. de mate van etherpiraterij zal rechtevenredig zijn met de mate van restricties opgelegd uit hoofde van het omroepbestel.

Voordracht gehouden tijdens de 332e werkvergadering.

IEEE STUDENT BRANCH DELFT
IEEE BENELUX SECTION
NEDERLANDS ELEKTRONICA- EN RADIOGENOOTSCHAP
(334ste werkvergadering)
KONINKLIJK INSTITUUT voor INGENIEURS

INVITATION to attend the seminar on AUTOMATED (V)LSI DESIGN AND INTERACTIVE GRAPHICS WORKSTATIONS, to be held in lecture hall A of the department of Electrical Engineering of the University of Technology in Delft on Tuesday, June 18 1985.

PROGRAM

09.30 hour :	Welcome and coffee
10.00 hour :	J. Annevelink (Delft Univ. of Techn.) "Interactive Design of VLSI Array Processors"
10.30 hour :	J.F.M. Theeuwen (Eindhoven Univ. of Techn.) "Design of Random Logic in NMOS Technology"
11.00 hour :	Coffee break
11.30 hour :	A.H.D. Bidlot (Eindhoven Univ. of Techn.) "Symbolic Layout Editing"
12.00 hour :	M. Kraak (Delft Univ. of Techn.) "Cell Library Parameterisation"
12.30 hour :	Lunch & visits to demonstrations of participating companies
14.00 hour :	T.G.R. van Leuken (Delft Univ. of Techn.) "Interactive Circuit Verification on VLSI Design Systems"
14.30 hour :	A. van Genderen (Delft Univ. of Techn.) "Switch Level Timing Simulation"
15.00 hour :	Tea break
15.20 hour :	L.B.C. de Vos (TNO Delft) "Low-cost Workstation Architectures"
16.00 hour :	Visits to demonstrations of participating companies
17.00 hour :	Closing

To register, please return the attached registration form, duly stamped (Dfl 0,50 in The Netherlands), before June 11 1985.

The seminar fees, including one copy of the proceedings, are Dfl 15,— for members of the IEEE, NERG and KIvI and Dfl 25,— for non members. Admission is free for students. Lunch is not included in the fees, but can be had at the local canteen of the Department of Electrical Engineering.

Payments can be made in favor of IEEE Student Branch Delft, postgiro account number 4314755, under the subject of "VLSI and Workstations".

The Department of Electrical Engineering can be reached by public transportation with bus 63, departing from Delft Central Station every 15 minutes. By private transportation, take the Delft-Zuid exit on the A13 highway between Rotterdam and The Hague and follow the ANWB signs towards the "TH wijk" (university area). The red-blue building of the department is easily recognized as the tallest building in the surroundings.

We are looking forward to meeting you at the seminar.

Yours sincerely,
Kishan J. Singh
phone: 015-786057

Delft, April 1985

EFFECTEN VAN AMPLITUDE EN FASE SCINTILLATIE OP RADIO ASTRONOMISCHE WAARNEMINGEN OP DECIMETER GOLFLENGTEN

Dr. T.A.Th. Spoelstra
Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg

Radio astronomical interferometric observations are affected by atmospheric refraction. They are especially distorted by inhomogeneities in the atmosphere. Inhomogeneities with small spatial dimensions may show up as amplitude and phase scintillations in the observations. These scintillations as observed with the Westerbork Synthesis Radio Telescope (WSRT) at decimeter wavelengths (due to ionospheric inhomogeneities at mid-latitudes) are discussed. Comments are given on the implications of these effects on data reduction and imaging.

1. INLEIDING

Op frequenties beneden enkele GHz worden radiosterrenkundige waarnemingen duidelijk merkbaar beïnvloed door ionosferische refractie (Spoelstra, 1983; Spoelstra en Kelder, 1984). Ionosferische refractie is omgekeerd evenredig met het kwadraat van de waarneemfrequentie. Refractie veroorzaakt een verschuiving van de schijnbare positie van een hemellichaam aan de hemelbol. Dat houdt in, dat de weg, die de straling van dat object aflegt naar de waarnemer, verandert. Refractie kunnen we dus verstaan als een effect op de weg(lengte) van het ontvangen signaal. Daarom is het refractie effect eigenlijk een weglengte-fout voor het ontvangen signaal. Het spreekt vanzelf, dat calibratie en verwerking van de waarnemingsgegevens in staat moeten zijn om refractie effecten te verwijderen, omdat ze anders in de uiteindelijke resultaten zichtbaar zijn als een verstoring van het beeld, dat van het waargenomen object verkregen wordt.

De ionosferische electronendichtheid, die verantwoordelijk is voor de waargenomen refractie, variëert met geografische coördinaten, hoogte en tijd. Daarom hangt de brekingsindex op een ingewikkelde manier af van de door het signaal langs de gezichtslijn afgelegde weg en van de tijd.

Er is een geleidelijke overgang van refractie naar diffractie. Diffractie treedt op wanneer de hoekgrootte aan de hemel van ionosferische onregelmatigheden kleiner is dan de bundelbreedte van het instrument. Diffractie is zichtbaar in de waarnemingen als amplitude scintillatie.

Momenteel bestaan er technieken om radiosterrenkundige waarnemingen tamelijk goed te corrigeren voor refractie effecten ten gevolge van de grote schaal structuur van de ionosfeer waarvan de karakteristieken variëren met een typische tijdschaal van uren. In de correctie methode moet rekening gehouden worden met horizontale en verticale gradiënten in de verdeling van de electronendichtheid, daar die gradiënten verantwoordelijk zijn voor locale veranderingen van de stralengang in de ionosfeer (Spoelstra, 1983).

Maar het is met de ionosfeer net als met de troposfeer, waarin zich het "weer" afspeelt: naast veranderingen op tijdschalen van uren zijn er snellere variaties. Die hangen samen met de aanwezigheid van onregelmatigheden met ruimtelijke afmetingen van tientallen meters tot honderden kilometers. Radiosterrenkundige waarnemingen lijden vooral door effecten van onregelmatigheden met schalen van 100 tot 300 km (middelgrote verstoringen) en kleiner dan enkele tientallen kilometers (kleinschalige verstoringen). Deze verstoringen laten zich niet in eenvoudige modellen vertalen, zodat slechts langs ingewikkelde weg correcties voor die ionosferische onregelmatigheden ontwikkeld kunnen worden.

In deze bijdrage willen we amplitude en fase scintillatie bespreken op waarnemingen met de Westerbork Synthese Radio Telescoop (WSRT) en een procedure aangeven om de problemen te reduceren tot een aanvaardbaar niveau.

2. WAARNEMINGEN

The Westerbork Synthese Radio Telescoop, WSRT, is een radio interferometer array, dat bestaat uit 14 bestuurbare parabolische reflectoren van 25 m diameter. De brandpunten van de parabolische spiegels liggen binnen enkele mm op een rechte oost-west lijn. Deze lijn wijkt 1.2 ($\pm$ 0.1) boogseconden af van een volmaakte oost-west lijn. Van de 14 telescopen bevinden zich 10 op vaste posities, terwijl 4 verrijdbaar zijn. De vaste telescopen bevinden zich op onderlinge afstanden van 144 m. De verrijdbare antennes staan op rails, zodat in combinatie met de vaste telescopen alle basislijnen (een basislijn is de afstand tussen twee telescopen) van 36 m en 2.7 km gerealiseerd kunnen worden (figuur 1). In detail is de WSRT elders beschreven (Bos, 1977; Bregman, 1977; Kahlmann, 1977; O'Sullivan, 1977).

Een interferometer wordt gevormd door twee antennes samen te beschouwen. Is de samenvoeging van

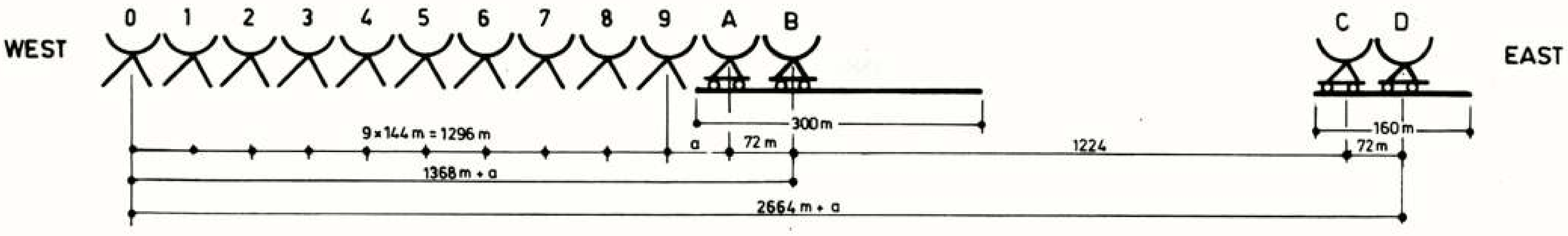


Fig. 1: De geometrie van de Westerbork array. De afstand (a) tussen telescopen 9 en A is variabel en is gewoonlijk 36, 54, 72 of 90 meter. De afstanden tussen de telescopen A, B, C en D is gewoonlijk constant. De figuur is niet op schaal getekend.

beide signalen te omschrijven als een vermenigvuldiging dan ontstaat een interferentiepatroon in de vorm van een complexe correlatie functie. Deze functie is afhankelijk van de onderlinge afstand tussen beide antennes, de basislijn, en van de richting van de projectie van deze lijn op de bron. Daar er een Fourier-relatie bestaat tussen deze aldus verkregen complexe correlaties (dit zijn in feite 2 dimensionale spatiële Fourier-componenten) is de helderheidsverdeling d.m.v. een Fourier transformatie uit de complexe correlatie functie te verkrijgen.

De signalen worden naar een centrale ontvanger gevoerd, waar verdere versterking, compensatie van weglengte verschil in de beide armen van het interferometer systeem en vermenigvuldiging in de correlator worden uitgevoerd. In de centrale ontvanger worden de volledige polarisatie karakteristieken van het signaal gemeten. De belangrijkste golflengte banden zijn 6, 21, 49 en 92 cm. Tijdens een waarneemperiode, die een typische duur heeft van enkele maanden, wordt steeds op een enkele golflengte gemeten.

Een bron wordt waargenomen door hem in zijn dagelijkse gang langs de hemel te volgen van 6 uur voor tot 6 uur na meridiaan doorgang, of gedurende een deel van deze weg. De bundel van het array wordt voortdurend bijgestuurd om het signaal in fase op de verschillende antennes te laten komen. Dit wordt met uiterst grote nauwkeurigheid gedaan: de positionele nauwkeurigheid aan de hemel is beter dan 0.1 boogseconden, hetgeen overeenkomt met een fase nauwkeurigheid van beter dan 1 mm op de langste basislijn. Om deze nauwkeurigheid te bereiken moeten correcties toegepast worden voor zowel astrometrische effecten als bekende instrumentele effecten.

Regelmatig worden bekende puntvormige bronnen waargenomen met het doel om het instrument te controleren en te ijken. De standaard integratietijd voor deze waarnemingen is 1 minuut. Voor puntbronnen weten we, dat het binnenkomende golffront volkomen vlak moet zijn: elke afwijking hiervan moet het gevolg zijn van voortplantingseffecten die leiden tot (ook differentiële) weglengte verschillen (e.g. Hamaker, 1978; Spoelstra, 1983, 1984). Deze afwijkingen zijn zichtbaar als fasefouten, $\Delta\phi$, die in eerste orde evenredig met de basislijn tussen twee interferometer elementen is (figuur 2). De refractie behoort met name tot deze categorie fouten. Zolang de ionosfeer coherent over de interferometer basislijn is, zijn de fasefouten in eerste benadering lineair evenredig met de basislijn. Voor het type instrument als de WSRT is dit in het algemeen het geval, omdat zelfs ionosferische onregelmatigheden van middelgrote afmetingen horizontale schaalgrootten hebben van 100 - 200 km.

Scintillatie in fase wordt waargenomen in interferometer waarnemingen, wanneer kleine schaal ionosferische onregelmatigheden fase verschillen veroorzaken tussen signalen, die door verschillende interferometer elementen ontvangen worden. Wanneer fase scintillatie optreedt binnen een enkele integratietijd wordt de interferometer amplitude verstoord ten gevolge van decorrelatie in de ontvanger.

Vanwege de nauwkeurige oost-west opstelling is de WSRT overwegend gevoelig voor oost-west gradiënten in

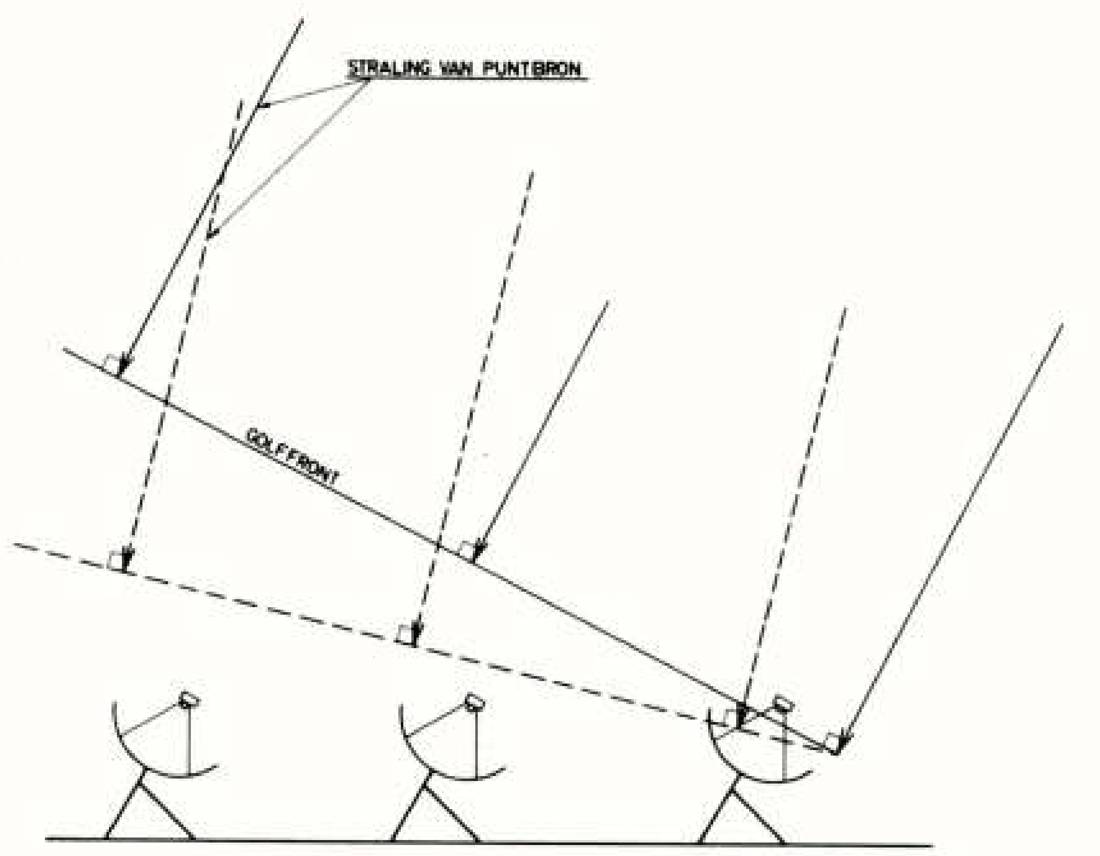


Fig. 2: Schematische voorstelling van een radio-interferometer. De stralengang van een puntbron naar het instrument is aangegeven. Vanuit een willekeurige richting komt de straling van een puntbron op verschillende momenten op de telescopen. Zodra de straling een telescoop bereikt, moet naar de andere nog een weg afgelegd worden, die groter is naarmate de afstand tot die eerste telescoop groter is. De onderbroken lijn geeft de stralengang weer voor dezelfde puntbron, nadat de straling door de ionosfeer van richting veranderd is.

de ionosferische totale electronendichtheid, $\Delta\phi \propto \frac{d}{dt}$ (TEC) (Spoelstra, 1983, 1984).

In deze bijdrage willen we in het kort de analyse bespreken van WSRT ijkmetingen die op 608.5 MHz gedaan zijn gedurende 8 januari - 31 maart 1982 en op 327 MHz van 24 december 1983 - 11 maart 1984. Deze ijkmetingen zijn waarnemingen van puntvormige radiobronnen. De instrumentele ruis op 608.5 MHz is 0.5 graad in fase en op 327 MHz is het 0.8 graad.

Daarnaast hebben we nog waarnemingen van puntvormige radiobronnen onderzocht, die met een enkele antenne gedaan zijn op 327 MHz in de periode van 6 - 28 oktober 1981 en op 608.5 MHz in de periode van 21- 23 oktober 1981. Voor deze waarnemingen werd een van de WSRT telescopen gebruikt; de metingen werden in zogenaamde "single-dish" mode gedaan.

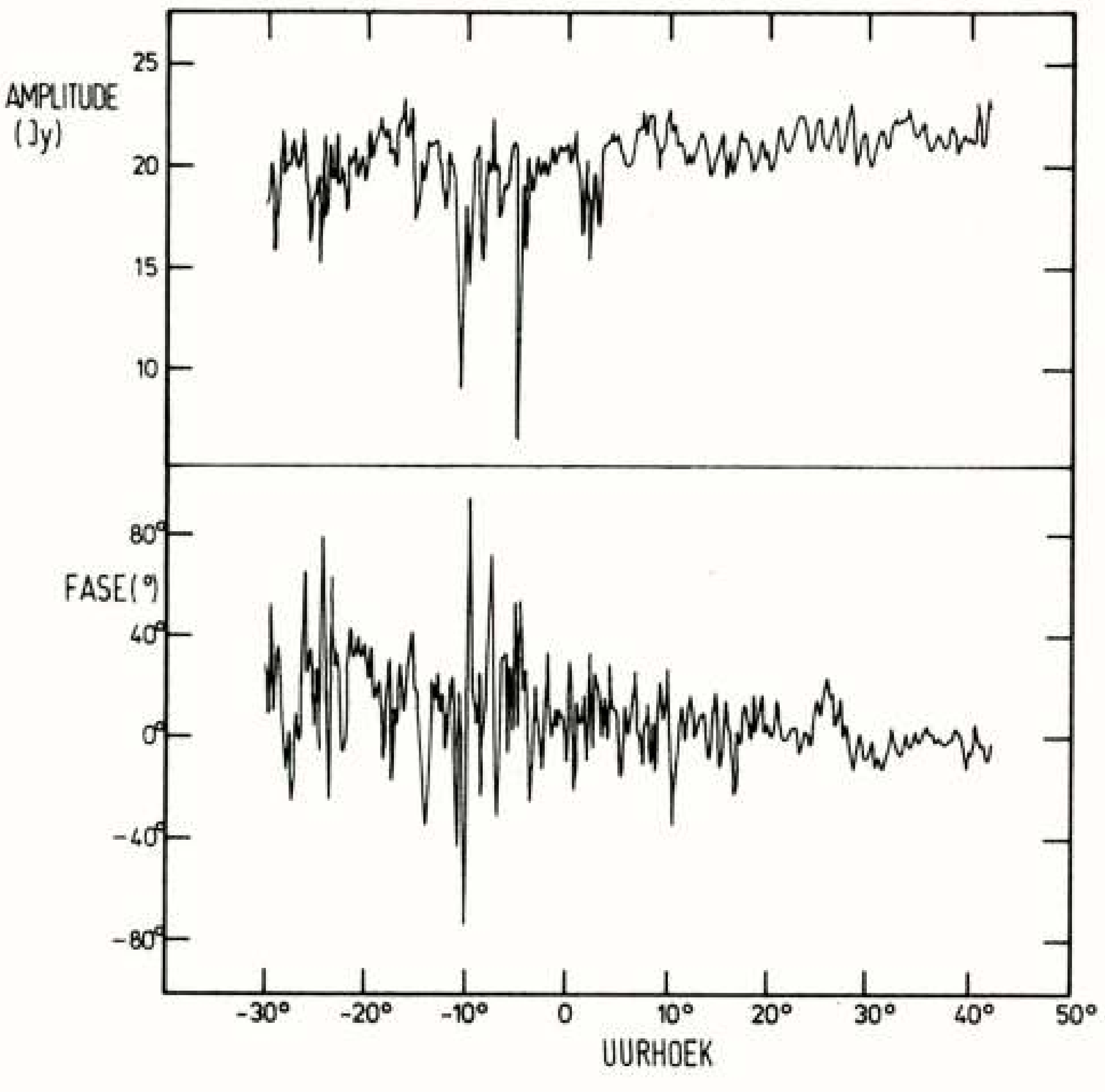


Fig. 3: Interferometer amplitude en fase als functie van uurhoek voor radiobron 3C286, zoals waargenomen op 2 maart 1982 op een frequentie van 608.5 MHz en basislijn van 2.7 km.

3. FASE SCINTILLATIE

Fase scintillatie is zichtbaar als snelle fluctuaties van het faseverschil voor het signaal dat op beide elementen van een interferometer ontvangen wordt. Met de WSRT is fase scintillatie alleen 's nachts waargenomen. Er blijkt bovendien een zwakke correlatie te bestaan tussen het optreden van fase scintillatie en verhoogde geomagnetische activiteit (Spoelstra, 1985).

De primaire bundel van een element van de WSRT array is 1.38 graad op 49 cm golflengte, wat in de ionosferische F2-laag op een hoogte van 350 km overeenkomt met een lineaire afmeting van ongeveer 8 km. De F2-laag is namelijk de dikste ionosfeer laag en heeft de hoogste electronendichtheid. Vandaar, dat we kunnen aannemen, dat voor de golflengten waarop radiosterrenkunde bedreven wordt, de F2-laag zorgt voor effecten van de ionosfeer in de waarnemingen. Op 350 km hoogte legt in een integratietijd van een minuut de gezichtslijn van de WSRT een afstand af van 1.5 km. Vanwege de afmetingen van de primaire bundel en de snelheid van de gezichtslijn op ionosfeer hoogte heeft het geen zin om met een kortere integratietijd om ionosferische onregelmatigheden die fase scintillatie veroorzaken te onderzoeken. Anderzijds kunnen we stellen, dat de ruimtelijke afmetingen van die onregelmatigheden kleiner zullen zijn dan enkele kilometers.

Wanneer fase scintillatie veroorzaakt wordt door kleinschalige ionosferische onregelmatigheden, die aanleiding geven tot weglengte fouten van een golflengte of meer, dan wordt de interferometer amplitude verstoord door decorrelatie in de ontvanger als die onregelmatigheden optreden binnen de integratietijd (figuur 3).

Fase fluctuaties binnen 1 minuut in de orde van radialen of groter komen typisch overeen met variaties van ongeveer 1-10% in de electronendichtheid. Ook kunnen deze fase scintillaties veroorzaakt worden door ernstige verstoringen van de ionosfeer. Dit is toegelicht in figuur 4, waar de dikte van de F2-laag, zoals die uit de Faraday draaiing voor de gepolariseerde radiobron uit figuur 3 bepaald is, is weergegeven als functie van uurhoek (=tijd). De laagdikte voor de meting van 2 maart 1982 had beduidend andere waarden dan die voor hetzelfde stuk van de hemel (gemeten met dezelfde bron) op 4 maart 1982. De eerste waarneming werd echter verstoord door een hevige geomagnetische storm.

4. AMPLITUDE SCINTILLATIE

Amplitude scintillatie verschilt van decorrelatie hierin, dat scintillatie zichtbaar is als een fluctuatie rond een gemiddelde waarde (in dit geval de amplitude van het signaal), terwijl decorrelatie een amplitude vermindering vertoont. Amplitude scintillatie is een algemeen verschijnsel in waarnemingen, die met een enkele telescoop gedaan worden op 49 en 92 cm golflengte, maar het verschijnsel is nooit waargenomen in WSRT interferometer metingen op basislijnen langer dan ongeveer 1 km. Amplitude scintillatie wordt alleen 's nachts gemeten en kan overdag niet onderscheiden worden van instrumentele ruis. Amplitude scintillatie wordt veroorzaakt door kleinschalige onregelmatigheden, die overwegend in de poolgebieden en bij de equator voorkomen. Figuur 5 geeft de scintillatie index S.I. (Aarons, 1982) als een functie van tijd voor 327 MHz waarnemingen die met een enkele telescoop in 1981 gedaan zijn. De resultaten vertonen enige asymmetrie ten opzichte van middernacht. Dit kan te maken heb-

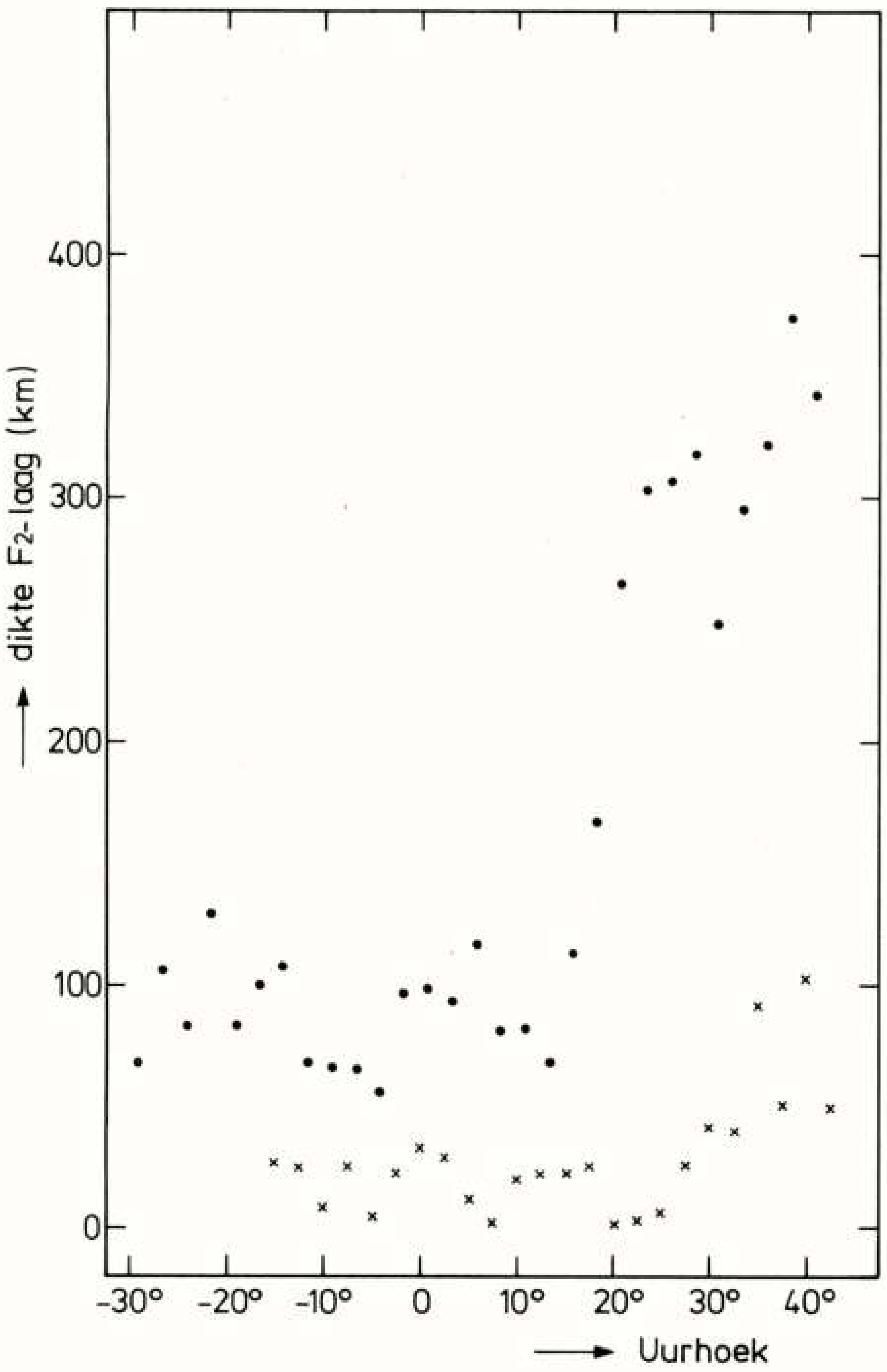


Fig. 4: Dikte van de ionosferische F2-laag afgeleid uit 3C286 op 2 maart 1982 (•) en 4 maart 1982 (x). De waarden zijn gemiddeld over 10 minuten.

ben met een verschuiving van de zuidgrens van de betreffende ionosferische onregelmatigheden gedurende de nacht naar lagere geografische breedten, zodat ze de waarnemingen meer beïnvloeden. Als de zon weer op is, verschuift die zuidgrens weer naar het noorden.

Verscheidene waarnemingen op 327 MHz zijn gelijktijdig gedaan met waarnemingen op 608.5 MHz. De scintillatie op beide frequenties is duidelijk gecorreleerd (Spoelstra, 1985).

Voor radiogolven, die met een enkele parabolische spiegel waargenomen worden, gedraagt het instrument zich als een "adding interferometer". Kleine veranderingen in de richting van het signaal ten gevolge van refractie kunnen reeds diffractie patronen veroorzaken, die leiden tot amplitude scintillatie. De scintillatie index voor amplitude scintillatie, S.I., bevat in principe ruimtelijke informatie over ionosferische onregelmatigheden en wordt minder beïnvloed door tijdmiddeling als de integratietijd voor de meting korter is. Per integratietijd geeft het instrument dan informatie over de ruimtelijke karakteristieken van de onregelmatigheden, die de scintillatie veroorzaken (Spoelstra, 1985).

Amplitude scintillatie is een tamelijk uitzonderlijk verschijnsel in WSRT interferometer waarnemingen. Het verschijnsel kan waargenomen worden tijdens ernstige fasescintillatie. In het geval van de meting van figuur 3 is de scintillatie index S.I. bepaald voor het uurhoek interval van $-10^{\circ} - 0^{\circ}$ voor alle basislijnen waarop amplitude scintillatie waarneembaar was (dit zijn de kortste basislijnen). De resultaten zijn weergegeven in figuur 6. Total power metingen, die gelijktijdig gedaan zijn voor elke individuele telescoop, geven S.I. $\approx 10(\pm 5)$ %. In eerste benadering blijkt te gelden, dat S.I. omgekeerd evenredig is met de basislijn, b_λ (gemeten in golflengten), volgens de relatie

$$\text{S.I.} = a\, b_\lambda^{-\frac{1}{2}}\ \% \qquad (1)$$

waar a = 25.0 ($\pm$ 1.8). Het is evident dat deze relatie informatie bevat over de afhankelijkheid van S.I. van de schaalgrootte van ionosferische onregelmatigheden. Kwalitatief is hetzelfde effect ook waargenomen met andere interferometer instrumenten bij lage frequenties (zoals rond 75 MHz). Daar tijdens de waarneming de gezichtslijn door de ionosfeer heen beweegt in verschillende richtingen, zal de waarde van a als functie van tijd veranderen afhankelijk van het ruimte-spectrum van de onregelmatigheden in die richtingen. Dit betekent, dat interferometer waarnemingen op verschillende basislijnen tegelijk (zoals met de WSRT) een gemakkelijk gereedschap zijn om het ruimte-spectrum van ionosferische onregelmatigheden te onderzoeken. Om een idee te geven van die ruimtelijke dimensies zijn de lineaire afmetingen van de gesynthetiseerde bundels op 350 km hoogte voor de verschillende basislijnen, waarop amplitude scintillatie gemeten is, aangegeven in figuur 6. Helemaal realistisch is dit niet, omdat de informatie niet eenvoudig uit de gegevens afgeleid kan worden, omdat voor basislijnen langer dan ongeveer 150λ m (de golflengte λ in meters) de ionosfeer in het nabije veld van het instrument valt.

5. GEGEVENSVERWERKING EN BEELDVORMING

De kleinschaligheid in tijd en ruimte van ionosferische onregelmatigheden, die aanleiding zijn voor scintillatie betekent, dat de verstoorde waarnemingen niet gecorrigeerd kunnen worden door aanvullende gegevens over de ionosfeer of een model hiervan (Hagfors, 1976). De correctie methode moet op de meetgegevens zelf werken. Hierbij moet dan rekening gehouden worden met bekende karakteristieken van het probleem en van het instrument, en met een model van het veld (dat iteratief verbeterd wordt). Deze techniek heet zelf-calibratie.

Amplitude scintillatie betekent, dat de amplitude fluctueert rond een redelijk goed bepaalde gemiddelde waarde, namelijk de intensiteit van de radiobron. Dit geeft aan dat scintillatie onderdrukt kan worden, wanneer de gegevens op een geschikte wijze gemiddeld worden: bijvoorbeeld door de integratie tijd te vergroten. Dit is voor metingen met een enkele telescoop in het algemeen

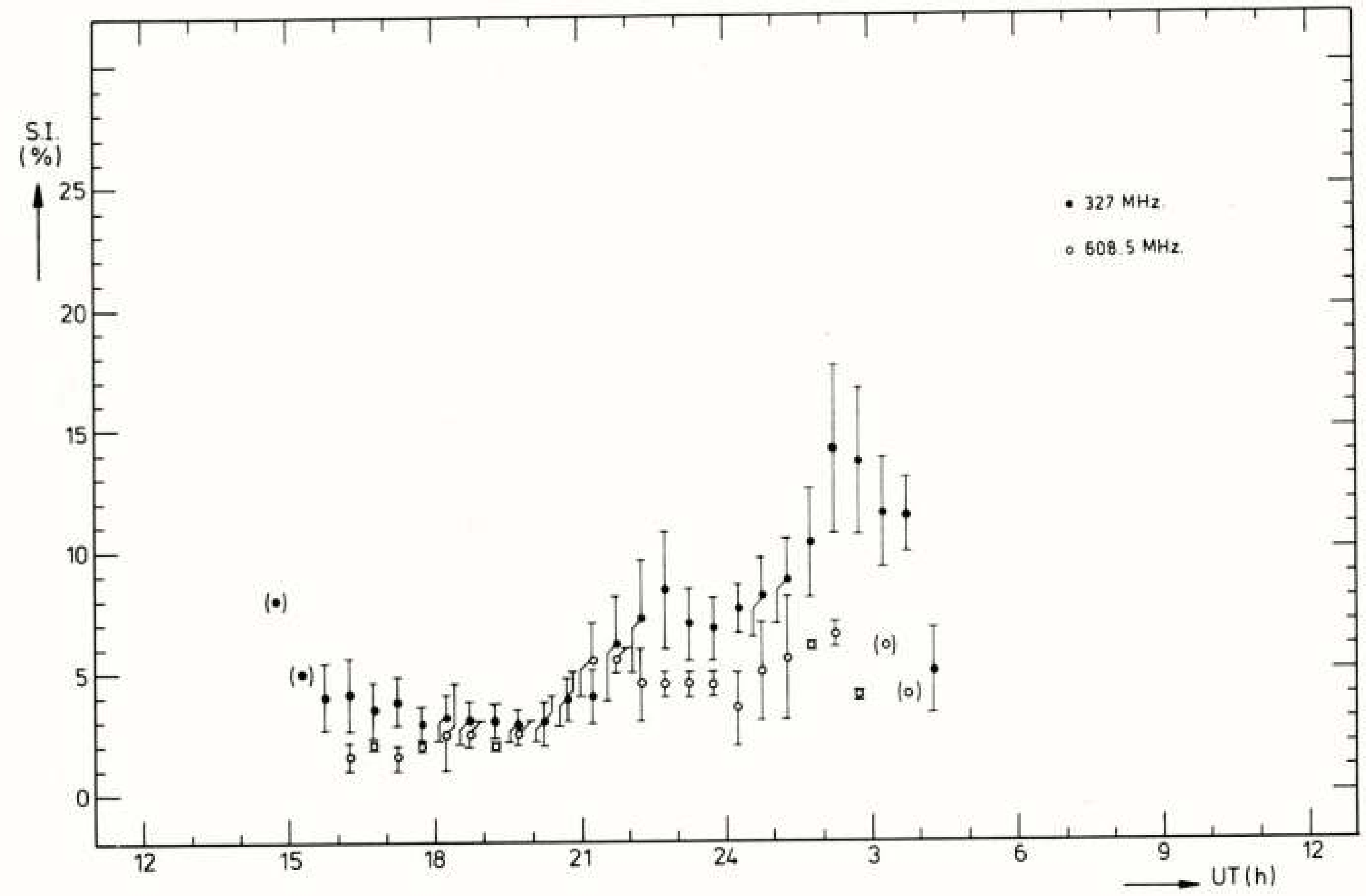


Fig. 5: Scintillatie index S.I. op 327 MHz (•) en 608.5 MHz (o) waargenomen gedurende oktober 1981 met een enkele telescoop van 25 m te Westerbork.

aanvaardbaar, omdat scintillatie alleen waargenomen wordt voor puntvormige radiobronnen. Voor uitgebreide bronnen verdwijnt scintillatie snel. Uitgebreide bronnen hebben structuren groter dan de bundel van het instrument en worden niet beïnvloed door amplitude scintillatie.

Een alternatief om scintillatie op gemiddelde geografische breedten te vermijden is om met interferometers waar te nemen op basislijnen $b_\lambda > 1000$. Deze oplossing is wellicht geldig voor frequenties tot ongeveer 50 MHz (voor bestaande interferometers) (Spoelstra, 1985).

Voor fase scintillatie is de situatie anders. Indien decorrelatie in de ontvanger optreedt, is het niet mogelijk om de gewenste informatie te restaureren. Deze scintillatie blijkt evenredig met de basislijn te zijn omdat het refractie effect dat hiermee samenhangt dezelfde afhankelijkheid vertoont. Kennelijk moeten we deze eigenschap gebruiken wanneer we de meetgegevens willen corrigeren.

Indien bij fase scintillatie nog geen decorrelatie optreedt, kunnen we gebruik maken van zelf-calibratie om instrumentele effecten te elimineren. Deze zelf-calibratie betekent echter wel, dat de astrometrische nauwkeurigheid gereduceerd is: die wordt nu bepaald door de absolute fase op de kortste basislijn in plaats van de langste. Zelf-calibratie moet rekening houden met het feit, dat in eerste instantie de fout ten gevolge van scintillatie alleen verandert met tijd.

Het effect van zelf-calibratie op een waarneming die verstoord is door ionosferische effecten wordt geïllustreerd met een WSRT waarneming van de radiobron 3C286 op op 1412 MHz (!) van 10 juni 1984. Standaard calibratie waarbij de beeldkwaliteit afhankelijk is van correcties die afgeleid zijn uit aanvullende speciale calibratie metingen bleek niet in staat de scintillatie effecten te verwijderen. Atmosferische invloeden met korte tijdschalen evenredig met interferometer basislijn zijn in het geval van de WSRT in de kaart zichtbaar als radiële strepen rond puntvormige radiobronnen. Dit is duidelijk voor de meting die op genoemde standaard manier geijkt is (figuur 7). Een typische waarde voor het bereikte dynamisch bereik in de kaart is 18 dB. Zelf-calibratie, waarbij alleen oplossingen voor fasehellingen over het array gemaakt zijn, doet het beeld verbeteren zoals weergegeven is in figuur 8.

In figuur 7 en 8 is een puntbron van 14.8 Jy (1 Jy = 1 Jansky = 10^{-26} W m^{-2} Hz^{-1} ster^{-1}) in de kaart afgetrokken op de plaats van de radiobron 3C286. Het is duidelijk dat rond de positie van de bron signaal overgebleven is na die aftrekking. Dit kan te maken hebben met niet gecorrigeerde instrumentele effecten en wat amplitude scintillatie op korte basislijnen. Slechts het effect van een correctie voor fase fouten is in deze figuren getoond.

6. SLOTOPMERKINGEN

WSRT waarnemingen ondersteunen de idee dat fase scintillatie vooral waargenomen wordt met een radio interferometer, terwijl enkelvoudige telescopen meer gevoelig zijn voor amplitude scintillatie. De interferometer basislijn is een critische parameter. Deze conclusie wordt ondersteund door het feit dat tijdens fase scintillatie gebeurtenissen amplitude scintillatie waargenomen is op 608.5 MHz op WSRT basislijnen korter dan ongeveer 1 km. In gevallen waar fase scintillatie afwezig is, werd met de WSRT interferometer geen amplitude scintillatie gemeten.

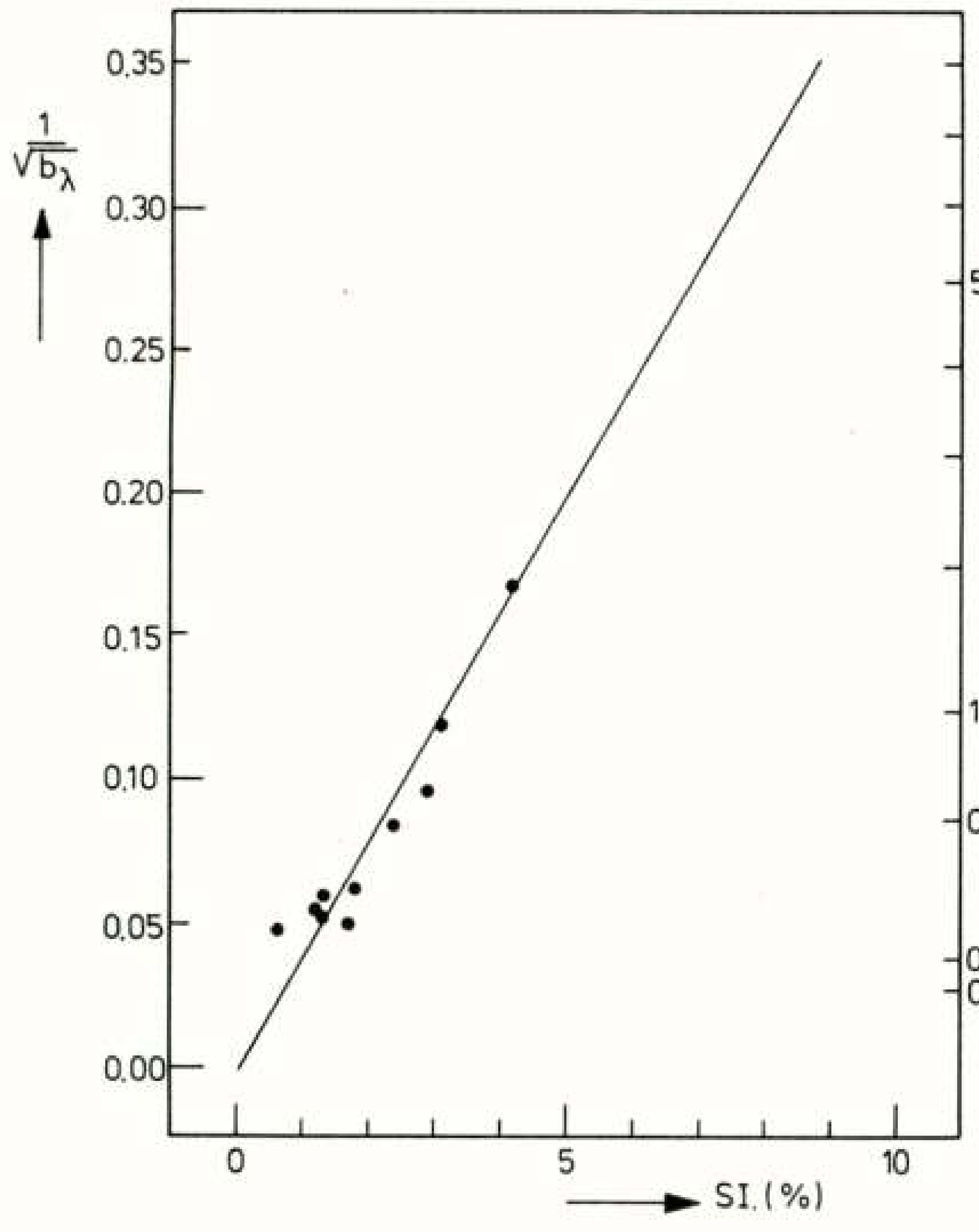


Fig. 6: Afhankelijkheid van de scintillatie index S.I. van interferometer basislijn b_λ (gemeten in golflengten) en schaalgrootten van ionosferische onregelmatigheden zoals waargenomen voor de uurhoeken tussen -10° en 0° van de waarneming uit figuur 3.

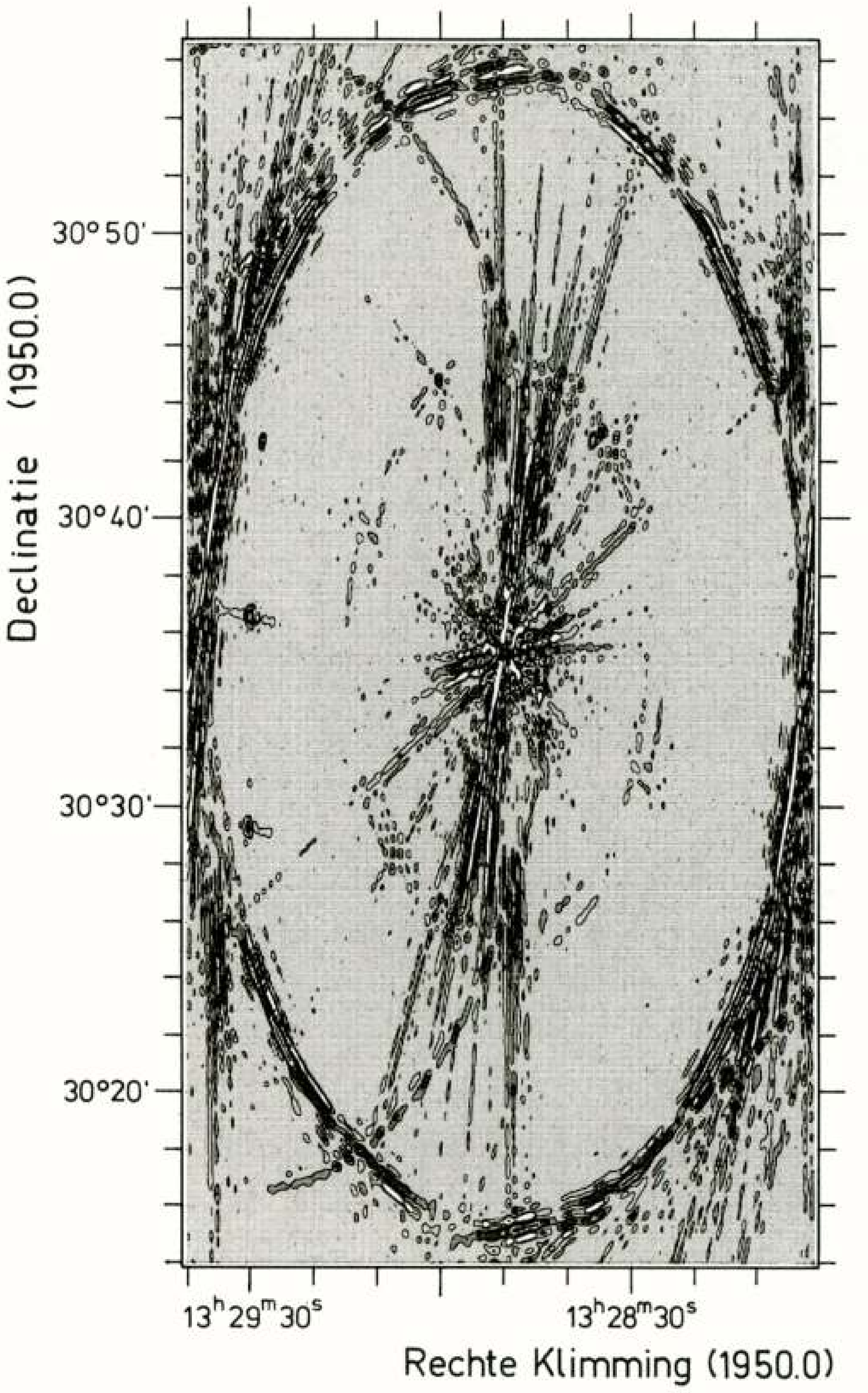


Fig. 7: Kaart van het veld van radiobron 3C286 gecalibreerd op een standaard manier (zie tekst). Merk op de aanwezigheid van spaken die een gevolg zijn van ionosferische onregelmatigheden. De centrale bron (3C286) is afgetrokken. Het dynamisch bereik in de kaart is ongeveer 18 dB. De flux van 3C286 op 1.4 GHz is 14.8 Jy (1 Jy = 10^{-26} W m^{-2} Hz^{-1} $ster^{-1}$). De contour waarden zijn -40, 10, 20, 40, 80 en 160 mJy.

Deze conclusie stemt overeen met wat anderen elders gevonden hebben.

De radiosterrenkundige staat voor het probleem zijn waarnemingen zoveel mogelijk schoon te maken van ionosferische effecten. Geschikte calibratie van de gegevens blijkt in staat om scintillatie effecten in de gegevens en uiteindelijke kaarten te onderdrukken.

Aan de andere kant kan men zich afvragen wat van de ionosfeer te leren valt uit radioastronomische waarnemingen. Immers de ionosfeer geeft daarin als het ware vingerafdrukken af. Analyse van de hier besproken scintillatie effecten toont aan, dat de sterrenkundige waarnemingen antwoord bevatten op de vraag naar het spectrum van de ruimtelijke schaalgrootten van ionosferische onregelmatigheden. Bovendien blijken ze als functie van tijd hierover inlichtingen te kunnen geven. Daarin blijken sterrenkundige waarnemingen een schat van nieuwe gegevens te bevatten voor ionosfeeronderzoek. Met name radio interferometrie is een uiterst nauwkeurige techniek voor dit onderzoek gebleken (Spoelstra en Kelder, 1984): gevoeliger dan de meeste gangbare methoden van ionosfeeronderzoek. Dit heeft in Nederland geleid tot een hechte samenwerking tussen radioastronomen en ionosfeerfysici.

De Westerbork Synthese Radio Telescoop is een instrument van de Stichting Radiostraling van Zon en Melkweg. Deze Stichting krijgt financiële steun van de Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Wetenschappelijk Onderzoek (ZWO).

LITERATUUR

Aarons, J., 1982, "Global Morphology of Ionospheric Scintillations", Proc. IEEE 70, 360.

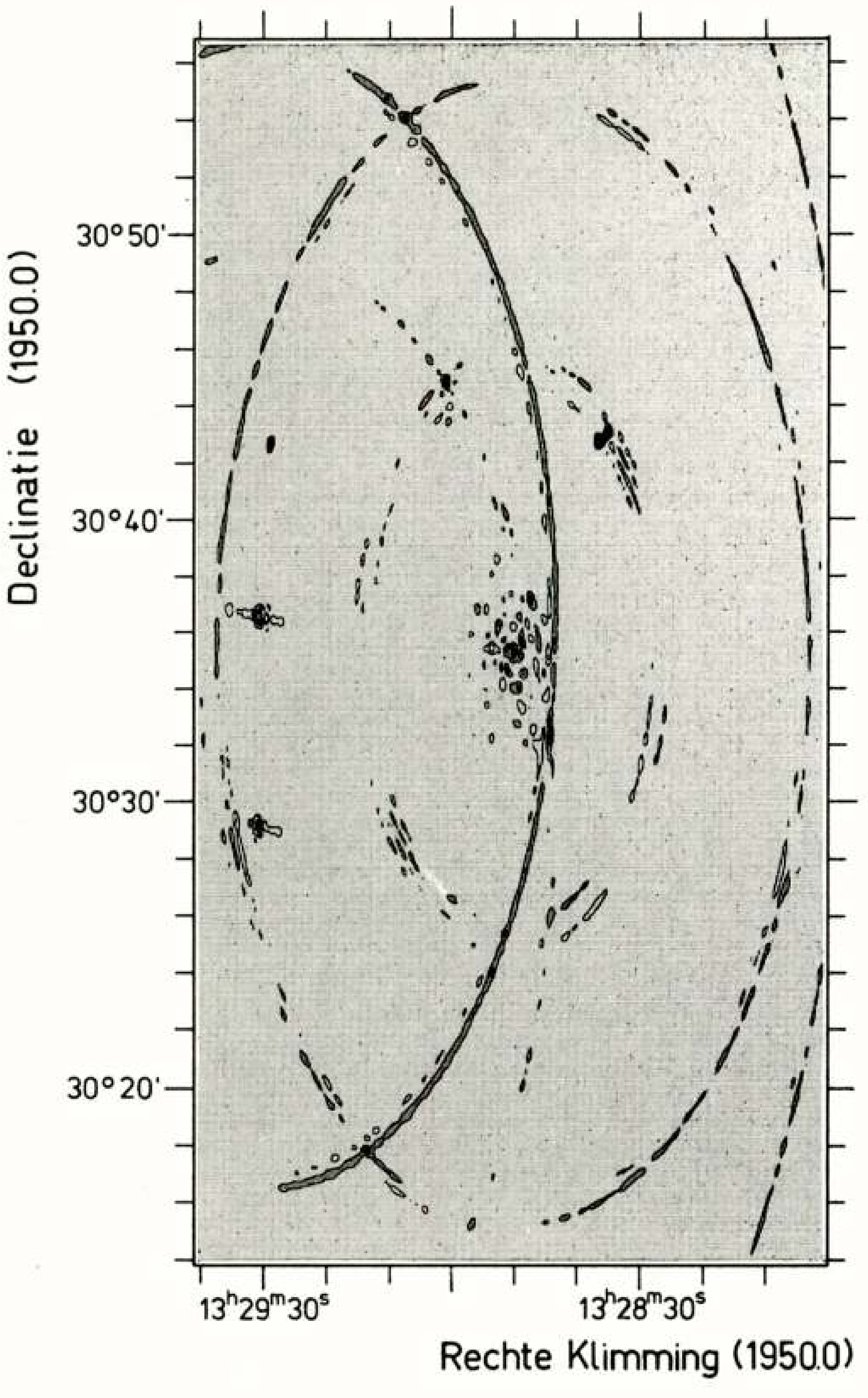


Fig. 8: Als figuur 7, maar na zelf-calibratie (zie tekst). Het dynamisch bereik in de kaart is ongeveer 27 dB.

Bos, A., 1977, "De 5000 kanaals digitale correlator ontvanger in Westerbork", Tijdschrift van het N.E.R.G., 42, p. 15.

Bregman, J.D., 1977, "Instrumentele en atmosferische storingen; hun gevolgen en hun bestrijding", Tijdschrift van het N.E.R.G., 42, p. 21.

Hamaker, J.P., 1978, "Atmospheric delay fluctuations with scale sizes greater than one kilometer, observed with a radio interferometer", Radio Science 13, 873.

Hagfors, T., 1976, "The ionosphere", in "Methods of Experimental Physics", Vol. 12B, ed.: M.L. Meeks, New York, 119.

Kahlmann, H.C., 1977, "Grondbeginselen van de waarneemtechniek", Tijdschrift van het N.E.R.G., 42, p. 3.

O'Sullivan, J.D., 1977, "Digital correlation", Tijdschrift van het N.E.R.G., 42, p. 5.

Spoelstra, T.A.Th., 1983, "The influence of ionospheric refraction on radio astronomy interferometry", Astron. Astrophys., 120, 313.

Spoelstra, T.A.Th., 1984, "Correcting radio astronomy interferometry observations for ionospheric refraction", AGARD Conferentie proceedings no. 346, p. 15-1.

Spoelstra, T.A.Th. and Kelder, H., 1984, "Effects produced by the ionosphere on radio interferometry", Radio Science, 19, 779.

Spoelstra, T.A.Th., 1985, "Effects of amplitude and phase scintillation on decimeter wavelength observations at mid-latitudes", Astron. Astrophys., 148, p. 21.

Voordracht gehouden tijdens de 333e werkvergadering.

THE CAPACITY REGION OF THE BINARY MULTIPLYING

CHANNEL - A CONVERSE

J. Pieter M. Schalkwijk

J.P.M.Schalkwijk is with the Department of Electrical Engineering, Eindhoven University of Technology, Den Dolech 2, P.O.Box 513, 5600 MB Eindhoven, The Netherlands.

ABSTRACT

This is the third of a trilogy of results on the binary multiplying channel (BMC). In 1982 Schalkwijk showed that the capacity region of the BMC exceeds the Shannon inner bound region. For the case of equal rates in both directions the constructive coding strategy achieves $R_1=R_2=.61914$ in excess of Shannon's inner bound rate $R_1=R_2=.61695$. In 1983 by bootstrapping the above strategy, the achievable rate region was extended. Symmetric $R_1=R_2$ operation of the BMC now yields a common rate $R_1=R_2=.63056$. The present paper gives a converse showing that $R_1=R_2=.63056$ is optimum, and establishing the capacity region of the BMC.

I. INTRODUCTION

This paper presents a converse establishing the capacity region of the binary multiplying channel (BMC). Blackwell's BMC is a deterministic two-way channel (TWC) defined [1] by $Y_1=Y_2=Y=X_1X_2$, where X_1 and X_2 are the binary input variables, and $Y_1=Y_2=Y$ is the common binary output variable. The BMC is thus an AND-gate.

In [2] the author described a simple coding strategy that allows reliable transmission over the BMC at rate pairs $\underline{R}=(R_1,R_2)$ outside the Shannon inner bound region [1]. Each sender tries to send information that without loss of generality [2] can be taken as a subinterval θ of a [0,1] interval (see Fig. 1). The amount of information sent specifies the length of the subinterval. Hence, the combined information (θ_1,θ_2) of both senders specifies a subrectangle $\theta_1\times\theta_2$ of the unit square, which is the Cartesian product of the subintervals of the senders.

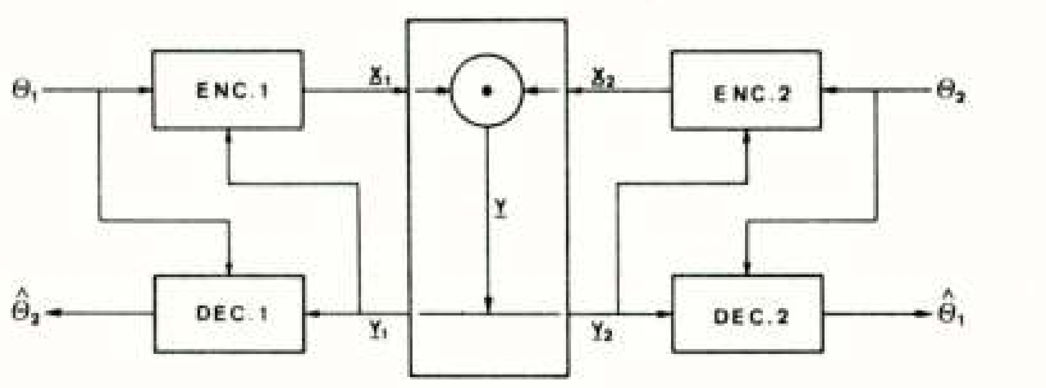


Fig.1. Two-way channel configuration.

The constructive coding strategy [2] thus successively subdivides the unit square into regions that allow the determination of the second sender's subinterval given that the first sender's subinterval is known. For the case of equal rates in both directions one achieves $R_1=R_2=.61914$ in excess of Shannon's [1] inner bound rate $R_1=R_2=.61695$.

In [3] by bootstrapping the above strategy the achievable rate region was extended to include the point $R_1=R_2=.63055$. Symmetric $R_1=R_2$ operation yielded a simple equation for this common rate. As reported in [4] the author later showed this same equation to also apply in situations where $R_1\neq R_2$. Fig. 2 is a plot of the extended achievable rate region G together with Shannon's

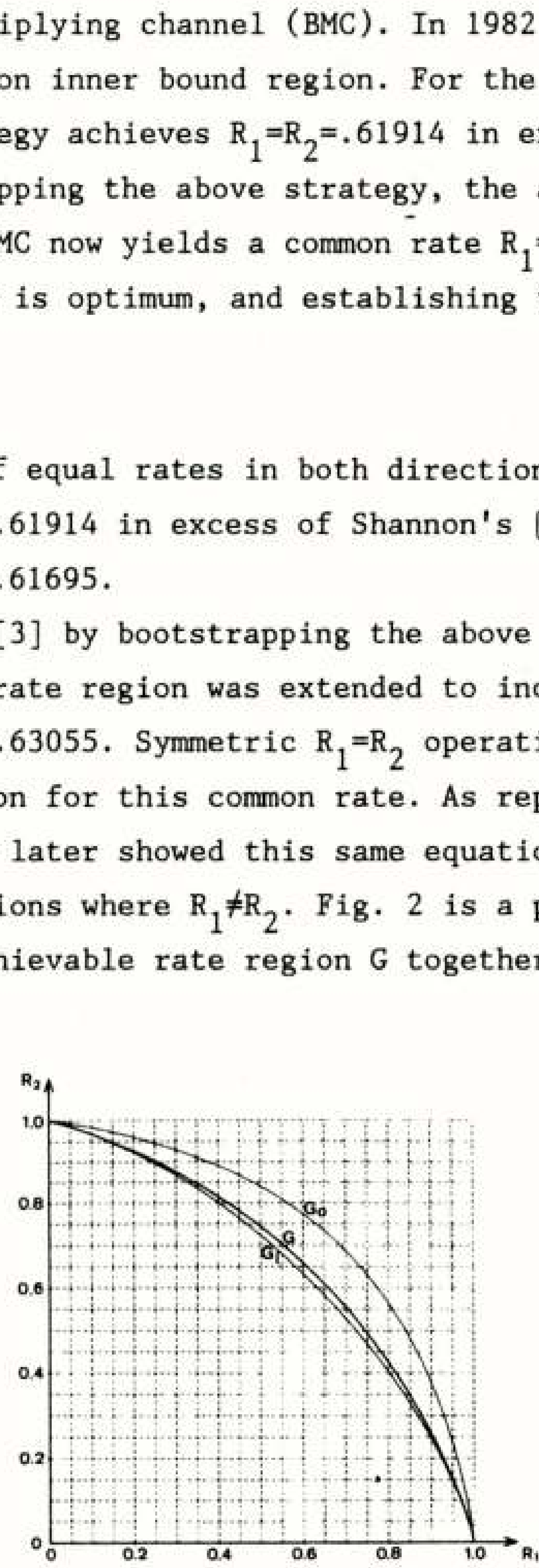


Fig. 2. The capacity region G of the BMC.

inner and outer bound regions G_i and G_o, respectively. The achievable rate region G is given [3] by

$$\underline{R} = \zeta\underline{I}_i + (1-\zeta)\underline{I}_o, \tag{1}$$

where

$$\underline{I}_i = (\alpha_2 h(\alpha_1),\ \alpha_1 h(\alpha_2)),$$
$$\underline{I}_o = (\beta_2 h(\beta_1),\ \beta_1 h(\beta_2))/(\beta_1+\beta_2-\beta_1\beta_2)$$

with

$$\beta_1 = (1-\alpha_1)/\gamma_1 \ , \ \beta_2 = (1-\alpha_2)/\gamma_2,$$

and

$$\zeta = [1+(1-\alpha_1)\gamma_2+(1-\alpha_2)\gamma_1-(1-\alpha_1)(1-\alpha_2)]^{-1},$$

where $h(\alpha)$ stands for the binary entropy function: $h(\alpha) \triangleq -\alpha\log_2 \ - (1-\alpha)\log_2(1-\alpha)$. For symmetric $R_1=R_2=.63056$ operation the optimizing parameters [3] are

$$\alpha_1 = \alpha_2 = .69070,$$

$$\gamma_1 = \gamma_2 = .53073.$$

In the remainder of this paper we will show that G as given by (1) is, in fact, the capacity region of the BMC.

However, before proceeding with our converse some final remarks concerning the capacity region of Fig. 2 are in order. There are in total 256 binary deterministic TWC's. Most of these channels, like the XOR-gate (exclusive or), have a rectangular capacity region. Some, like the channel of Fig. 3, have a capacity region as

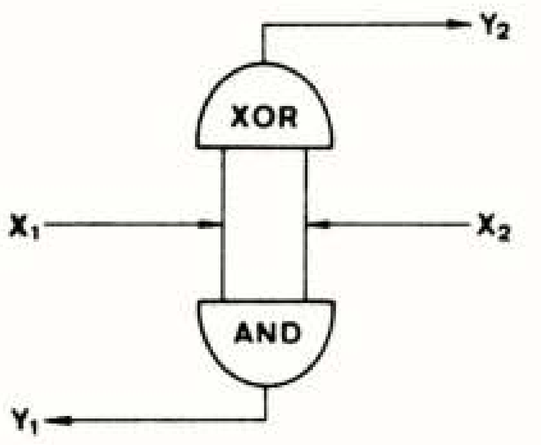


Fig. 3. The XOR/AND-channel.

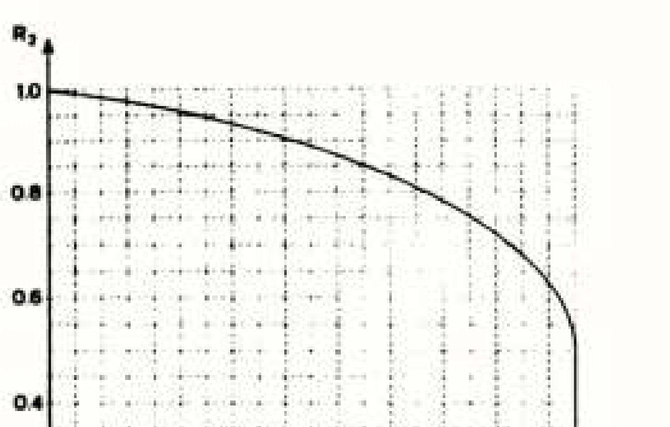


Fig. 4. The capacity region of the XOR/AND-channel.

indicated in Fig. 4, with a boundary that consists of half an h(.)-curve and a vertical section. For all these TWC's the capacity region and both Shannon's bounds coincide. The remainder of the binary deterministic TWC's, such as the channel of Fig.5, have a capacity region that coincides with the capacity region G of the BMC (see Fig. 2). Thus, as far as binary deterministic TWC's are concerned, G is the only interesting capacity region. However, the two bounding techniques that will be derived are not restricted to binary deterministic TWC's. But, in general, even the threshold bound will probably not yield a tight result as it does for the BMC.

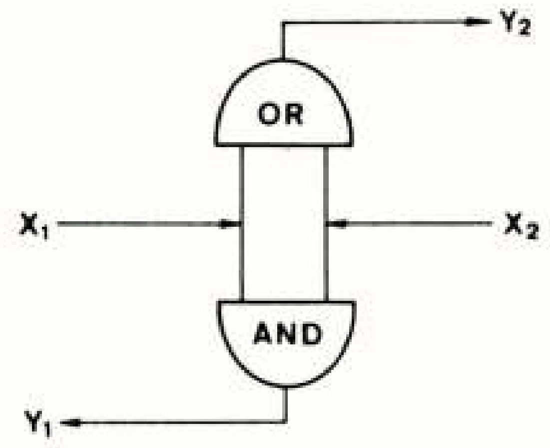


Fig. 5. The AND/OR-channel.

II. STRATEGIES ON THE UNIT SQUARE

Shannon [1] shows that the capacity region of a TWC can be found as the limit of the rate per transmission for increasingly long coding strategies. According to [2] we can represent these coding strategies as strategies for subdividing the unit square. Having thus obtained a nice pictorial representation of Shannon's strategies let us try to upper bound their rates.

At the beginning of transmission the situation [2] is clearly that of Fig. 6, where the Cartesian product $\theta_1 \times \theta_2$ of the subintervals of both senders is essentially

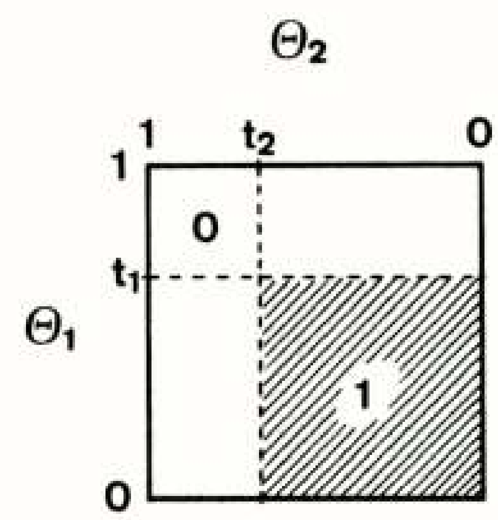


Fig. 6. Unit square with initial t-thresholds.

uniformly distributed over the unit square. The initial thresholds t_1 and t_2 for θ_1 and θ_2, respectively, divide the unit square in 4 subrectangles with a priori probabilities

$$\begin{pmatrix} \bar{t}_1\bar{t}_2 & \bar{t}_1 t_2 \\ t_1\bar{t}_2 & t_1 t_2 \end{pmatrix},$$

where $\bar{t} \triangleq 1-t$. On the first transmission encoder j produces an input $x_j=1$ if $\theta_j \varepsilon [0,t_j]$, otherwise if $\theta_j \varepsilon (t_j,1]$ send $x_j=0$, where j=1,2. Hence, after receiving a 1, the Cartesian product $\theta_1 \times \theta_2$ of the subintervals of both senders had to lie in a subrectangle, so the task is to divide that subrectangle further and that is fully equivalent to the initial task. If a 0 was received, then the Cartesian product $\theta_1 \times \theta_2$ of the subintervals lies in the L-shape of Fig. 6 with a posteriori probabilities

$$\frac{1}{1-t_1t_2}\begin{pmatrix} \bar{t}_1\bar{t}_2 & \bar{t}_1 t_2 \\ t_1\bar{t}_2 & 0 \end{pmatrix}, \qquad (2)$$

and further resolution is necessary.

Hagelberger's [1] coding strategy resolves the remaining uncertainty about the t-thresholds upon receiving a 0 by immediately reusing these same t-thresholds on the second transmission, now sending $x_j=1$ if $\theta_j \varepsilon [t_j,1]$, otherwise if $\theta_j \varepsilon [0,t_j)$ send $x_j=0$, where $j=1,2$. Fig. 7 shows the subdivision according to Hagelberger, where solid arrows correspond to a 0 and dashed arrows to a 1 received. The Markov chain [2] corresponding to this

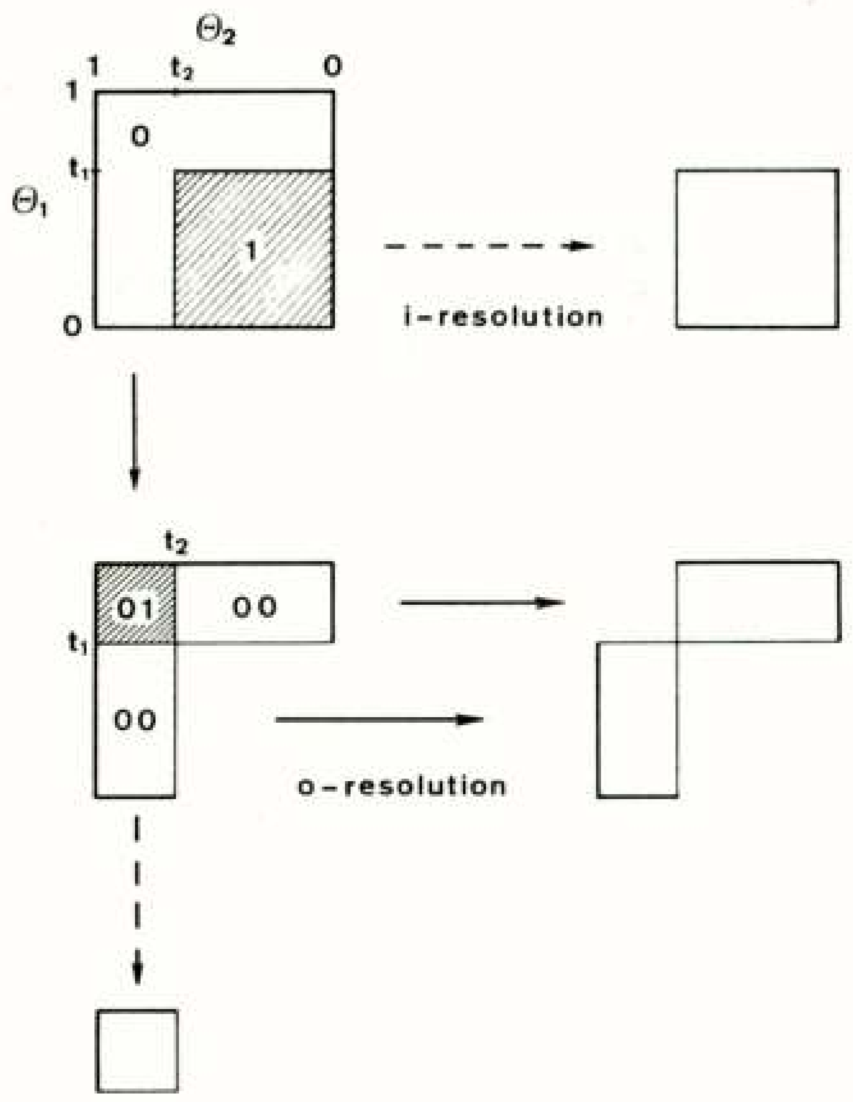


Fig. 7. Subdivision according to Hagelberger.

subdivision is given in Fig. 8. The subscript t for the states i_t and o_t is used to indicate that both these

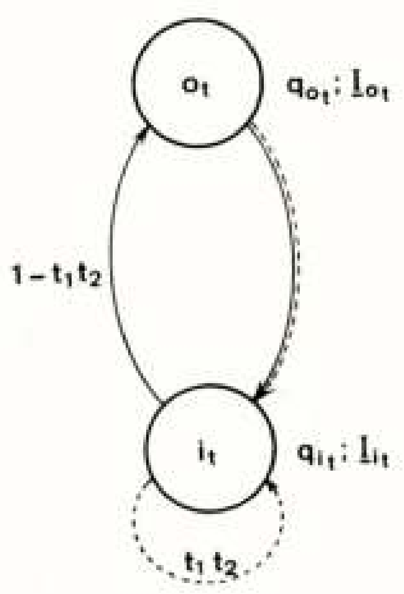


Fig. 8. Markov chain according to Hagelberger.

states concern transmissions about t-thresholds. The total reduction of uncertainty as a result of transmissions about t-thresholds [2] equals

$$q_{i_t}\underline{I}_{i_t}+q_{o_t}\underline{I}_{o_t}, \qquad (3)$$

where $\underline{I}_{i_t}$ and $\underline{I}_{o_t}$ are as in (1) with t_1 and t_2 substituted for α_1 and α_2, and $\bar{t}_1$ and $\bar{t}_2$ for β_1 and β_2, respectively. The stationary probabilities q_{i_t} and q_{o_t} of the Markov chain of Fig. 8 are also functions of the thresholds t_1, and t_2. Maximizing (3) as a function of $t \triangleq t_1=t_2$ in the symmetric case gives a maximum uncertainty reduction of .59305 for $\hat{t}=.62587$. As for the Hagelbarger strategy t-thresholds are the only thresholds the rate .59305 above is not only the average reduction of uncertainty for transmission using t-thresholds, but it is also the rate of the Hagelbarger strategy.

Schalkwijk's [2] coding strategy can postpone the resolution of the remaining uncertainty about the t-thresholds upon receiving a 0 on the first transmission until a possible third transmission, first doing a second transmission about the newly introduced u-thresholds. Thus, after receiving a 0 on the first transmission, send $x_j=1$ if $\theta_j \varepsilon [u_j,1]$, otherwise if $\theta_j \varepsilon [0,u_j)$ send $x_j=0$, where $j=1,2$. After receiving 01 the remaining uncertainty about the initial t-thresholds is now resolved as it was in Hagelbarger's strategy. Fig. 9 shows the subdivision according to Schalkwijk, where again solid arrows correspond to a 0 and dashed arrows to a 1 received. The Markov chain [2] corresponding to this subdivision is given in Fig. 10. The subscripts t and u for the states i_t, o_t, and m_u are used to indicate that the first two states concern transmissions about the initial t-thresholds, whereas the state m_u concerns a transmission about the later u-thresholds. The total reduction of uncertainty as a result of

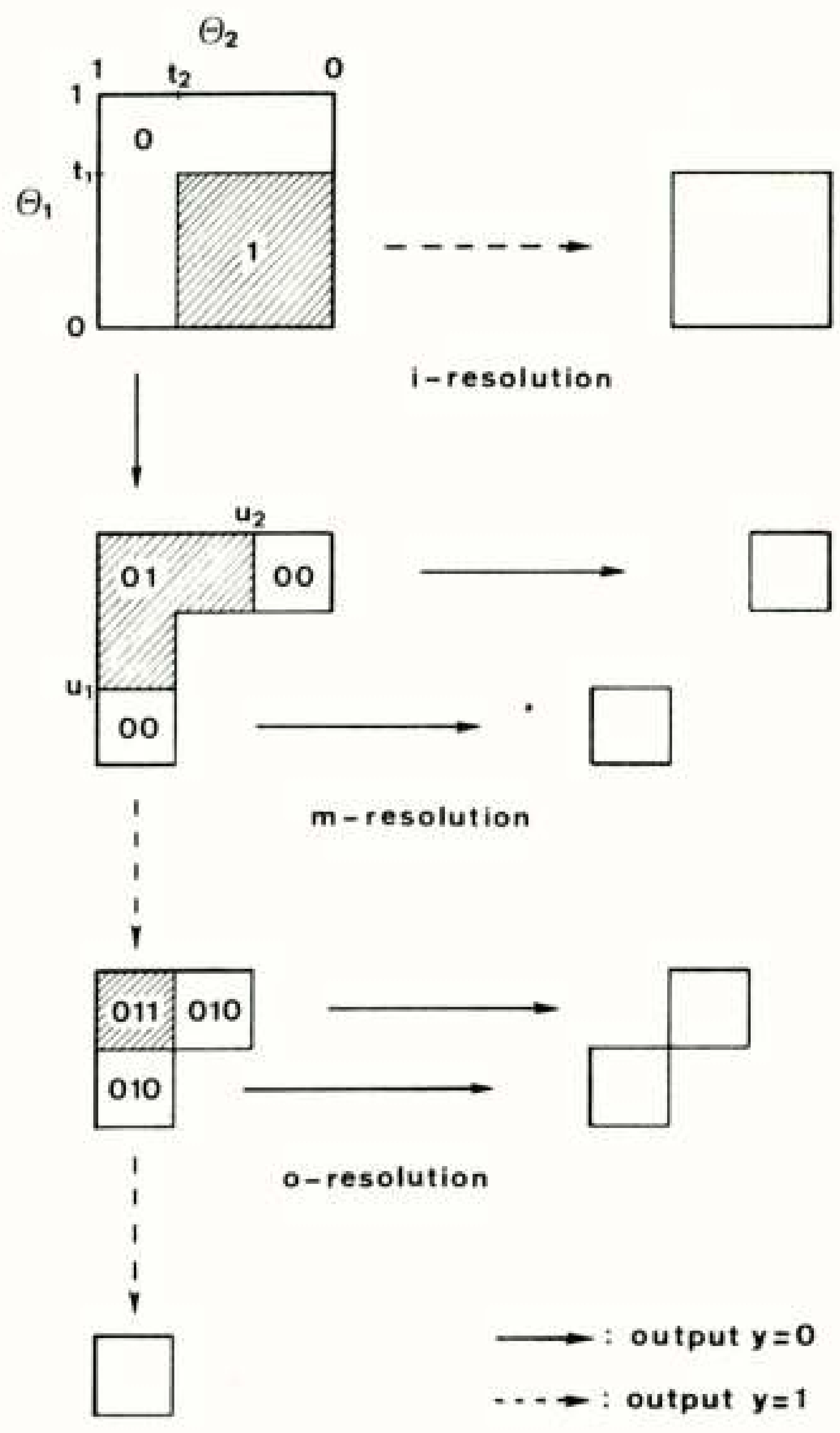


Fig. 9. Subdivision according to Schalkwijk.

transmissions about both the t-, and u-thresholds [2] equals

$$q_{i_t}\underline{I}_{i_t}+q_{m_u}\underline{I}_{m_u}+q_{o_t}\underline{I}_{o_t}, \qquad (4)$$

where $\underline{I}_{i_t}$ and $\underline{I}_{o_t}$ are as in (1) with t_1 and t_2 substituted for $\bar{\alpha}_1$ and α_2, and $\bar{t}_1/\bar{u}_1$ and $\bar{t}_2/\bar{u}_2$ for β_1 and β_2, respectively. For $\underline{I}_{m_u}$ we have from [2] the equation

$$\underline{I}_{m_u}=(\bar{\alpha}_2h(\gamma_1),\bar{\alpha}_1h(\gamma_2))/(1-\alpha_1\alpha_2),$$

with t_1 and t_2 substituted for α_1 and α_2, and $\bar{u}_1$ and $\bar{u}_2$ for γ_1 and γ_2, respectively. The stationary probabilities

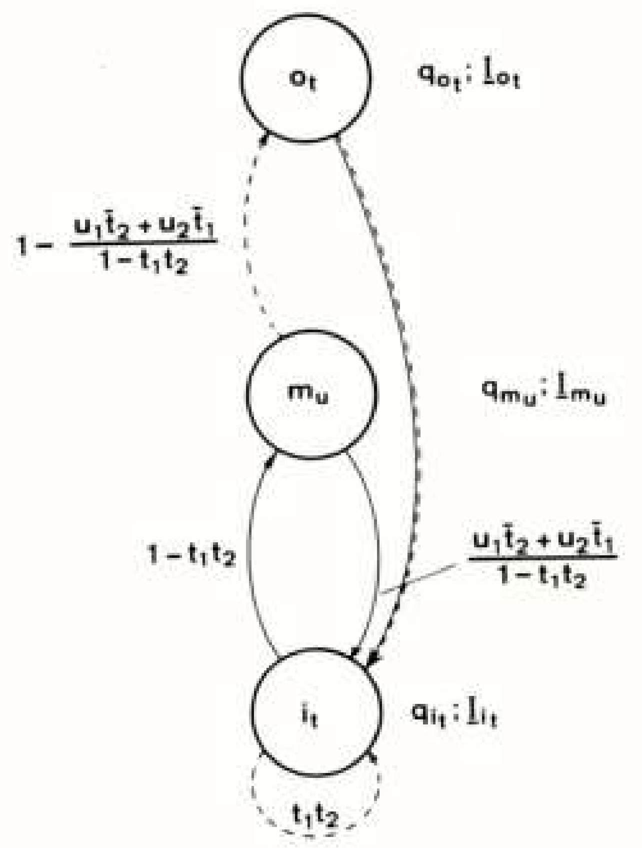


Fig. 10. Markov chain according to Schalkwijk.

q_{i_t}, q_{m_u}, and q_{o_t} of the Markov chain of Fig. 10 are also functions of the thresholds t_1,t_2,u_1, and u_2. Maximizing (4) as a function of t, and $u\triangleq u_1=u_2$ in the symmetric case gives [2] a common rate $R_1=R_2=.61914$ and optimizing thresholds $\hat{t}=.67571$, $\hat{u}=.47455$ for the Schalkwijk strategy. However, if we only consider the average uncertainty reduction

$$\frac{q_{i_t}}{q_{i_t}+q_{o_t}}\ \underline{I}_{i_t}+\frac{q_{i_t}}{q_{i_t}+q_{o_t}}\ \underline{I}_{o_t} \qquad (5)$$

for transmissions about the initial t-thresholds then we obtain in the symmetric case a maximum average uncertainty reduction [3] of .63056 for threshold values of $\hat{\hat{t}}=.69070$, and $\hat{\hat{u}}=.46927$. In fact, (5) is identical to (1). We proceed to show that (5) yields the maximum average uncertainty reduction about any pair of thresholds having resolved the uncertainty about earlier thresholds thus establishing a converse that proves that G of (1), see also Fig. 2, is indeed the capacity region of the BMC.

III. AN INFORMATION BALANCE

Consider again the situation that pertains upon receiving a 0 on the first transmission, see Fig. 11. The pos-

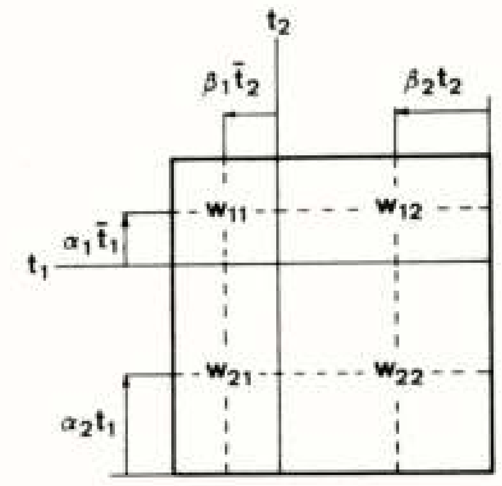


Fig.11. A posteriori weight distribution around the t-thresholds.

teriori probability weight distribution,

$$W=\begin{pmatrix} w_{11} & w_{12} \\ w_{21} & w_{22} \end{pmatrix},$$

around the initial t-thresholds is given by (2). Without loss of generality we now set new α, β-thresholds at heights α_2t_1, $t_1+\alpha_1\bar{t}_1$, β_2t_2, and $t_2+\beta_1\bar{t}_2, 0\leq\alpha,\beta\leq1$, for a second transmission, and consider the transmission of information in the $1\rightarrow2$ direction (see Fig.1); the same argument applies to transmission in the $2\rightarrow1$ direction. Note that for deterministic TWC's the uncertainty $I(X_1;Y|\theta_2,W,\alpha_1,\alpha_2,\beta_1,\beta_2) = H(Y|\theta_2,W,\alpha_1,\alpha_2,\beta_1,\beta_2)-H(Y|X_1,\theta_2,W,\alpha_1,\alpha_1,\beta_2)$ that is resolved upon transmission equals $H(Y|\theta_2,W,\alpha_1,\alpha_2,\beta_1,\beta_2)$ as for a deterministic TWC the second term $H(Y|X_1,\theta_2,W,\alpha_1,\alpha_2,\beta_1,\beta_2)$ in the above equation is equal to zero. We can now ask the following question: how much uncertainty $H(X_1|W,\alpha_1,\alpha_2,\beta_1,\beta_2)$ do we introduce by setting the α,β-thresholds, and how much uncertainty $H(Y|\theta_2,W,\alpha_1,\alpha_2\ \beta_1,\beta_2)$ do we resolve upon receiving the second digit if we send $x_1=1$ if $\theta_1\varepsilon[0,\alpha_2t_1]\cup[t_1,t_1+\alpha_1\bar{t}_1]$ and $x_1=0$ otherwise, and $x_2=1$ if $\theta_2\varepsilon[0,\beta_2t_2]\cup[t_2,t_2+\beta_1\bar{t}_2]$ and $x_2=0$ otherwise? A simple calculation shows that

$$\begin{aligned} H(X_1|W,\alpha_1,\alpha_2.\beta_1.\beta_2) &= (w_{11}+w_{12})h(\alpha_1)+(w_{21}+w_{22})h(\alpha_2) \\ &= \underline{h}(\underline{\alpha})W\underline{1}^t, \end{aligned} \qquad (6)$$

$$\begin{aligned} H(Y|\theta_2,W,\alpha_1,\alpha_2,\beta_1,\beta_2) &= \beta_1(w_{11}+w_{21})h(\frac{\alpha_1w_{11}+\alpha_2w_{21}}{w_{11}+w_{21}}) \\ &\quad +\beta_2(w_{21}+w_{22})h(\frac{\alpha_1w_{21}+\alpha_2w_{22}}{w_{12}+w_{22}}) \\ &= \underline{1}WB\underline{h}^t(\frac{\underline{\alpha}W}{\underline{1}W}), \end{aligned} \qquad (7)$$

where $\underline{h}(\underline{\alpha})\triangleq(h(\alpha_1),h(\alpha_1))$, $\underline{1}\triangleq(1,1)$, the superscript t stands for transpose, B is a diagonal matrix with β_1,β_2 down the main diagonal, and $\underline{\alpha}/\underline{\beta}\triangleq(\alpha_1/\beta_1,\alpha_2/\beta_2)$. Fig.12 is a plot of uncertainty $H(X_1|W,\theta_1,\alpha_2,\alpha_1,\beta_1,\beta_2)$ in versus uncertainty $H(Y|\theta_2,W,\alpha_1,\alpha_2,\beta_1,\beta_2)$ out for the symmetric case, where W is given by (2) with the initial t-thresholds at $t_1=t_2=.38197$ and $\underline{\beta}=\underline{\alpha}$. These values of t_1 and t_2 yield for W the outer bound [2] distribution. Along each individual curve α_1 increases from 0 to 1 going to the right, while the value of the α_2 parameter is fixed. The

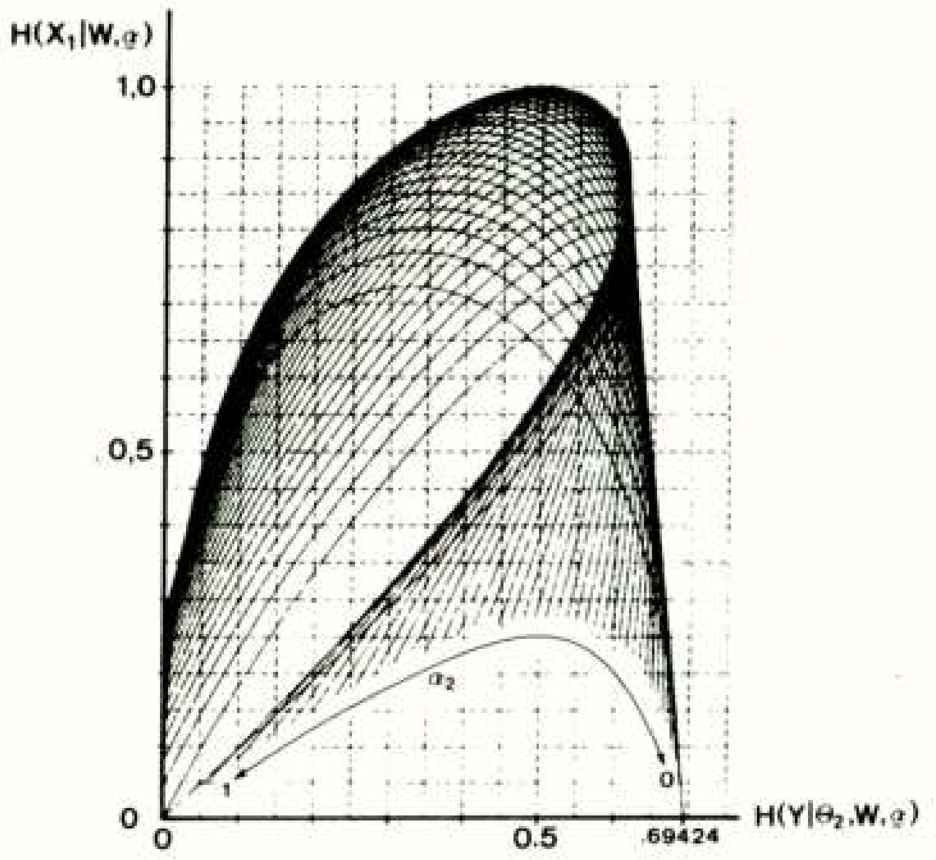


Fig. 12. Uncertainty in versus uncertainty out.

parameter α_2 increases in the direction of the arrow from 0 to 1 in steps of 0.025.

Note that Fig. 12 is a plot of uncertainty $H(X_1|W,\underline{\alpha},\underline{\beta})$ in versus uncertainty $H(Y|\theta_2,W,\underline{\alpha},\underline{\beta})$ out for a single transmission with given probabilities W and given α,β-thresholds. For a coding strategy, in order to be able to decode correctly (Fano's theorem), the total uncertainty out has to balance [1] the total uncertainty in. Hence, if we plot the individual resolutions (transmissions) as points into the coordinate system of Fig. 12, then the centre of gravity of these points, where each point is weighted by its corresponding state probability $q_s, s\varepsilon\{i,m,0\}$, has to lie on the bisector of the first quadrant of Fig.12. Fig.13 is such a plot for Schalkwijk's (see Figs. 9 and 10) strategy. The centre of gravity of the three resolution steps is indicated by the triangle on the bisector. This triangle has coordinates equal to .61914, the rate of the Schalkwijk strategy.

We are now ready to prove our converse in the next Section IV. In other words, we will put a limit on how far we can push the triangle on the bisector of Fig.13 to the right by using more and more complicated coding

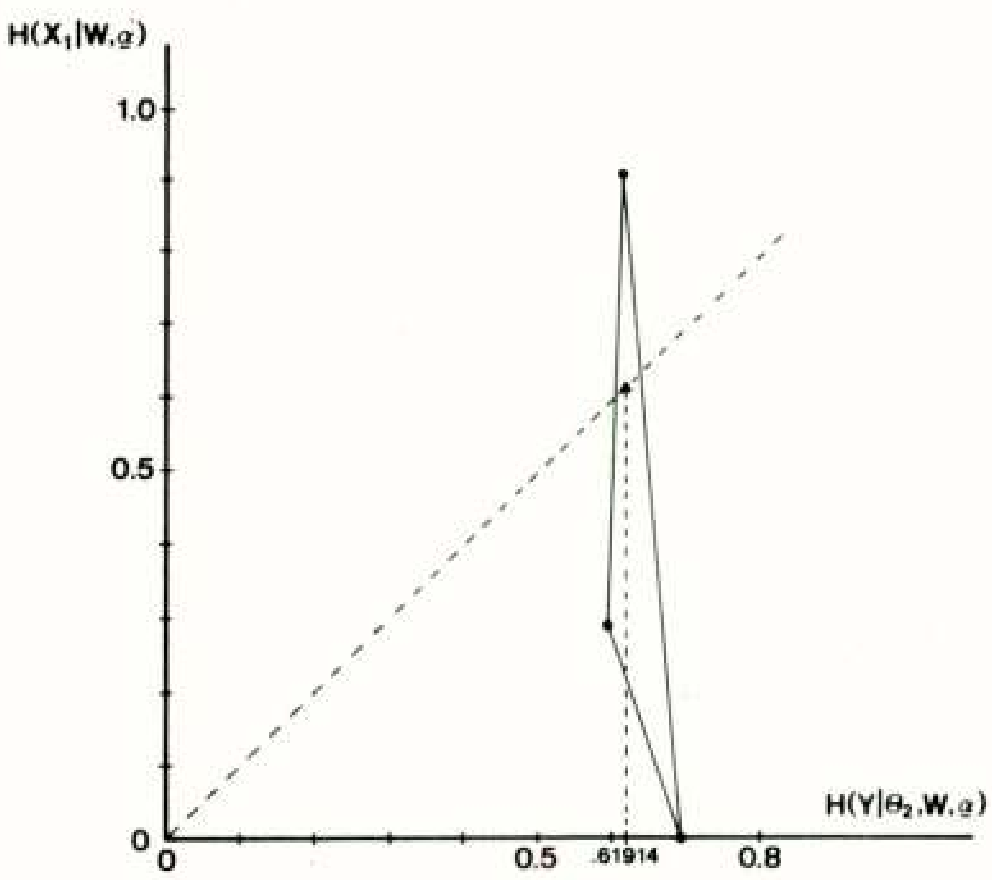


Fig. 13. The information balance of Schalkwijk's strategy.

strategies, i.e. by having more and more resolution dots of which this triangle is the centre of gravity.

IV. THE CONVERSE

We derive our converse for variable length strategies with probability of error identically equal to zero, whereas Shannon [1] shows that the capacity can be attained using fixed length strategies with probability of error tending to zero. Furthermore, our earlier [3], [4] achievability results are for variable length strategies with probability of error tending to zero, because in the bootstrapping [3] we use a Slepian and Wolf technique [5]. It follows, however, from [6] that for deterministic TWC's fixed length strategies with error probability tending to zero, and variable length strategies both with probability of error tending to zero and with probability of error identically equal to zero yield the same capacity region. In the sequel we are thus justified to only consider variable length strategies with probability of error identically equal to zero.

Shannon [1] obtained his outer bound to the capacity region of a TWC by upper bounding the uncertainty out, i.e. $I(X_i;Y_j|\theta_j,W,\underline{\alpha},\underline{\beta})$, $i,j=1,2$, $i\neq j$, for the resolution of an arbitrary (arbitrary $W,\underline{\alpha},\underline{\beta}$) threshold pair. For the BMC, in the symmetric $R_1=R_2$ case, this yields .69424 as an upper bound to the common rate. As already mentioned at the end of Section II, we consider an average uncertainty out, i.e. the uncertainty out averaged over all (the first and possible later) resolutions about the initial t-thresholds. We will show that in the symmetric $R_1=R_2$ case this average uncertainty out has .63056 as an upper bound to the common rate.

We will first illustrate our converse using an optimum coding strategy for the case where each terminal, see Fig. 1, has five equally likeli (same length) message intervals. This optimum strategy was found by an exhaustive search on the computer. Fig. 14 shows the subdivision of the L-shape that pertains upon receiving a 0 on the first transmission. In Fig. 14, as in Figs. 7 and 9, solid and dashed arrows correspond to a 0 and a 1 received, respectively. Likewise, blank and shaded subregions yield 0's and 1's, respectively, on a subsequenty transmission. Note that the t-thresholds are used initially in the square S, and later in the subregions S_{000}, S_{011}, and S_{0011}, where S_s stands for the subregion that pertains after receiving the binary string $s\varepsilon\{0,1\}^*$. Without loss of generality we again consider the transmission in the 1→2 direction; the same argument applies to the transmission of information in the 2→1 direction. If $H(Y|\theta_2,S_s.\underline{t})$ stands for the uncertainty out by resolution about the t-thresholds in subregion S_s, then the average uncertainty out for resolutions about the t-thresholds in the 5×5 square of Fig. 14 is equal to

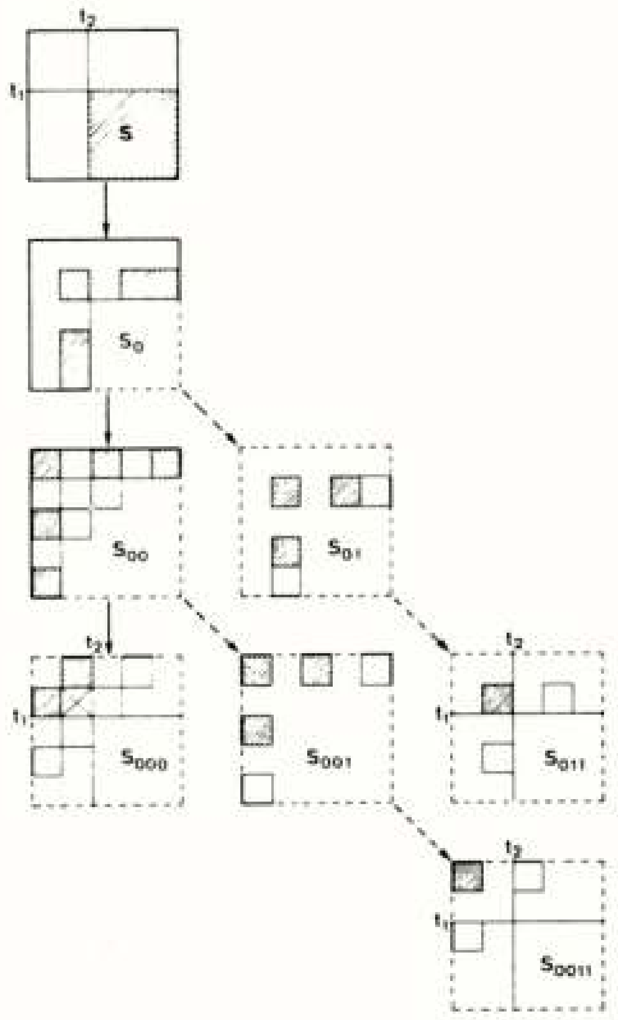


Fig. 14. Optimum strategy with five messages at each terminal.

$$[25H(Y|\theta_2,S,\underline{t})+6H(Y|\theta_2,S_{000},\underline{t}) +$$

$$3H(Y|\theta_2,S_{011},\underline{t})+3H(Y|\theta_2,S_{0011},\underline{t})]/(25+6+3+3). \quad (8)$$

From Fig. 14 we find by inspection

$H(Y|\theta_2,S,\underline{t}) = \frac{3}{5}\, h(\frac{3}{5})$, and

$H(Y|\theta_2,S_{000},\underline{t})=H(Y|\theta_2,S_{011},\underline{t})=H(Y|\theta_2,S_{0011},\underline{t})=\frac{2}{3}\, h(\frac{1}{2})$.

Upon substitution of these entropy terms into (8) we obtain .60984 as the average uncertainty out for resolutions about the t-thresholds, whereas .59233 is the actual common rate of the symmetric $R_1=R_2$ strategy of Fig. 14 as a whole. Now note the interesting fact that the average uncertainty out for resolutions about the t-thresholds in the strategy of Fig. 14 is equal to the average uncertainty out for t-threshold resolutions of a Schalkwijk strategy as in Fig. 9 with threshold parameters as given in Fig. 15. In the next paragraph we will

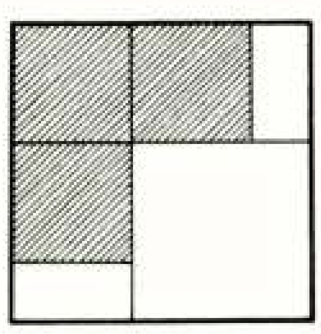


Fig. 15. Threshold reduction applied to the optimum strategy with five messages at each terminal.

show that if we take any strategy like the one of Fig.14 and distribute the probability weight (areas) of L-shape t-resolutions such as S_{000}, and S_{0011} uniformly within each of the three t-quadrants as indicated in the shaded portion of Fig.15, then the average uncertainty out for the t-threshold resolutions of the corresponding Schalkwijk strategy is not less than the average uncertainty out for the t-threshold resolutions of the original strategy. Hence, by maximizing (5), or (1) which is equivalent, we obtain an upper bound to the average uncertainty out that t-threshold resolutions (including the initial resolution) can yield in any strategy whatsoever.

Consider a probability weight distribution W,

$$W = \begin{pmatrix} w_{11} & w_{12} & w_{13} & w_{14} \\ w_{21} & w_{22} & w_{23} & w_{24} \\ w_{31} & w_{32} & w_{33} & w_{34} \\ w_{41} & w_{42} & w_{43} & w_{44} \end{pmatrix},$$

as in Fig. 16a, around 3 solid horizontal and 3 solid vertical thresholds. In general, in order to do the next transmission we introduce new dashed thresholds, i.e. one α-threshold for each row and one β-threshold for each column of W. Our task in this paragraph is to show that the uncertainty out of a t-threshold resolution is not reduced by discarding the fine structure of the probability distribution W within each t-quadrant. Hence, reduce W to W' as indicated in Fig. 16b, where the probability weight distribution W' is obtained by quadrant wise addition of the elements of W around the initial t-thresholds. We now have the following threshold reduction theorem.

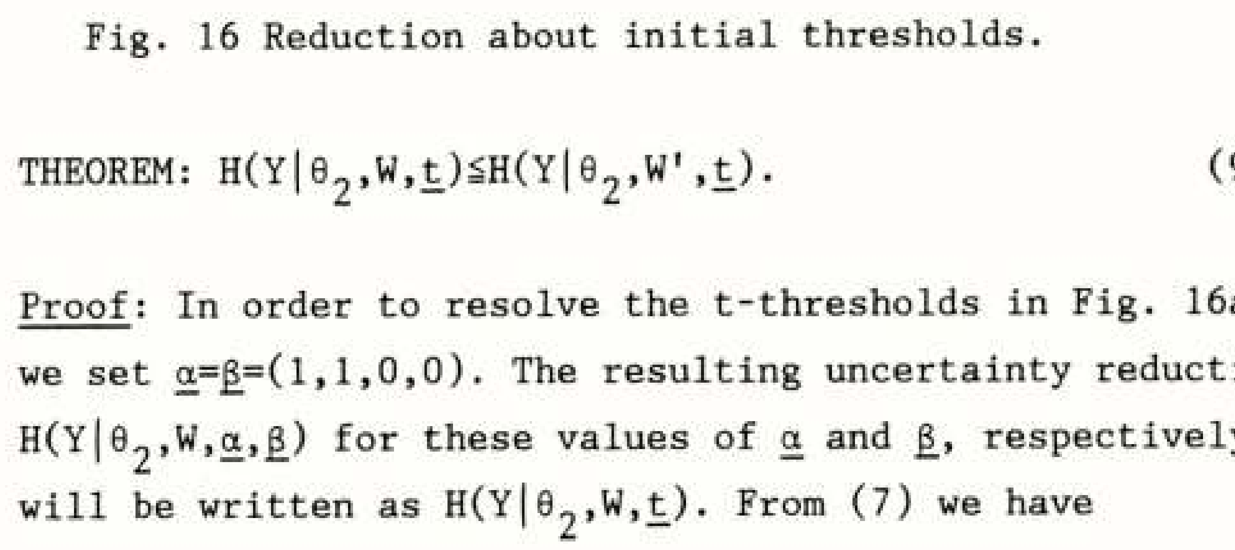


Fig. 16 Reduction about initial thresholds.

THEOREM: $H(Y|\theta_2,W,\underline{t})\leq H(Y|\theta_2,W',\underline{t})$. (9)

Proof: In order to resolve the t-thresholds in Fig. 16a we set $\underline{\alpha}=\underline{\beta}=(1,1,0,0)$. The resulting uncertainty reduction $H(Y|\theta_2,W,\underline{\alpha},\underline{\beta})$ for these values of $\underline{\alpha}$ and $\underline{\beta}$, respectively, will be written as $H(Y|\theta_2,W,\underline{t})$. From (7) we have

$$H(Y|\theta_2,W,\underline{t})=w_{.1}h(\frac{w_{11}+w_{21}}{w_{.1}}) +w_{.2}h(\frac{w_{12}+w_{22}}{w_{.2}})+w_{.3}h(\frac{w_{13}+w_{23}}{w_{.3}}) +w_{.4}h(\frac{w_{14}+w_{24}}{w_{.4}})$$

$$\leq (w_{.1}+w_{.2})h(\frac{w_{11}+w_{21}+w_{12}+w_{22}}{w_{.1}+w_{.2}})+(w_{.3}+w_{.4}) h(\frac{w_{13}+w_{23}+w_{14}+w_{24}}{w_{.3}+w_{.4}})$$

$$=w'_{.1}h(\frac{w'_{11}}{w'_{.1}})+w'_{.2}h(\frac{w'_{12}}{w'_{.2}})=H(Y|\theta_2,W',\underline{t}),$$

where $w_{.j}=\sum_{i=1}^{4}w_{ij}$, j=1,2, and $H(Y|\varepsilon_2,W',\underline{t})$ equals $H(Y|\varepsilon_2,W',\underline{\alpha}',\underline{\beta}')$ with $\underline{\alpha}'=\underline{\beta}'=(1,0)$.

Q.E.D.

An arbitrary strategy like the one of Fig. 14 starts out with an initial t-threshold resolution. If the t-thresholds are never used agin, then in the symmetric $R_1=R_2$ case the uncertainty out for this t-resolution is upper bounded by .61695, i.e. by the Shannon [1] inner bound rate. However, if the t-thresholds are used again on later resolutions than the average uncertainty out for t-resolutions is upper bounded by .63056 as was shown in the preceding paragraphs. But at some point in a strategy one has to introduce a second pair of u-thresholds, etc. Note in Fig. 14 that the initial t-thresholds are finally resolved, after all later u,v,...-thresholds have already been resolved. The bound of .63056 applies even more so to the average uncertainty out for u-resolutions having resolved the uncertainty about the earlier t-thresholds as the u-resolutions are constrained to also take care of some of the remaining t-uncertainty. Moreover, for the remaining t-uncertainty, i.e. the t-uncertainty that is not solved by t-resolutions, we assume that the restrictions S/t of our strategy S to the t-quadrants, see Fig. 14, are such as to enable optimum t-resolutions. Thus G (see Fig.2) as given by (1) or (5) which is equivalent, is an outer bound to the capacity region. Also, from [3] and [4], we know that G is achievable hence, G is the capacity region of the BMC.

Having thus completed our converse we want to make one last observation. Our threshold reduction theorem, that could have been proved for $I(X_1;Y_2|\varepsilon_2,W,\underline{t})$ as well as for $H(Y|\varepsilon_2,W,\underline{t})$, has an interesting corollary the simple proof of which is left to the reader.

COROLLARY: For a binary input TWC given an arbitrary $V,\underline{\gamma},\underline{\sigma}$ resolution, V being an n×n, n≥2, probability matrix, there is always a $W,\underline{\alpha},\underline{\beta}$ resolution of the type displayed in Fig. 11, i.e. with W a 2×2 probability matrix, such that the uncertainty in and the uncertainty out for the $W,\underline{\alpha},\underline{\beta}$ resolution are not less than the uncertainty in and the uncertainty out, respectively, for the original $V,\underline{\gamma},\underline{\sigma}$ resolution. Hence, for the BMC by computing Fig. 12 for various values of t, taking the convex hull, and intersecting this convex hull with the bisector we obtain

$$R_1 = R_2 \leq .63908$$

as an upper bound to the rate in the symmetric $R_1=R_2$ case. In this instance this information balance bound yields a stronger result than a similar bound [7] derived by Zhen Zhang and Berger. It also appears that the cardinality problem in [7] is solved by our threshold reduction theorem.

V. CONCLUSIONS

Every optimum Shannon strategy of length N=1,2,... can be represented [2] as a subdivision of the unit square. In order to find the Cartesian product $\theta_1 \times \theta_2$ of the message intervals of both senders one has to resolve the uncertainty about successive threshold pairs, i.e. the t-thresholds, the u-thresholds, etc. where the origins of the successive pairs of thresholds converge towards $\theta_1 \times \theta_2$. By considering resolutions on the t-thresholds, on the u-thresholds having resolved the t-thresholds, etc., it has been shown that the average rate at which the message uncertainty can be reduced is no larger than the rate obtained by maximizing (1), i.e. the rate is no larger than $R_1=R_2=.63056$ in the symmetric case. Together with the constructive results of [3] and [4] this establishes G of (1), see Fig. 2, as the capacity region of the BMC.

ACKNOWLEDGEMENT

The author wishes to thank his coworkers J.A.M.de Brouwer, J.E.Rooyackers, A.J.Vinck, and F.M.J.Willems, and also his students K.J.van Driel, E.W.Gaal, and B.J.M.Smeets for informative discussions on the two-way channel. Thanks are also due to C.M.Bijl-Wind, and H.M.Creemers for their help in prepairing the manuscript.

REFERENCES

[1] C.E.Shannon, "Two-way communication channels", Proc. 4th Berkeley Symp.Math.Statist. and Prob., vol.1, pp.611-644, 1961. Reprinted in Key Papers in the Development of Information Theory, D.Slepian, Ed. New.York: IEEE, 1974, pp.339-372.

[2] J.P.M.Schalkwijk, "The binary multiplying channel - A coding scheme that operates beyond Shannon's inner bound region", IEEE Trans.Inform.Theory, vol.IT-28, pp.107-110, jan. 1982.

[3] J.P.M.Schalkwijk, "On an extension of an achievable rate region for the binary multiplying channel", IEEE Trans.Inform.Theory, vol.IT-29, pp.445-448, May 1983.

[4] J.P.M.Schalkwijk, J.E.Rooyackers, and B.J.M.Smeets, Generalized Shannon strategies for the binary multiplying channel", Proc. 4th Benelux Symp. on Information Theory, Haasrode, Belgium, pp.171-178, May 26-27, 1983.

[5] D.Slepian and J.K.Wolf, "Noiseless coding of correlated information sources", IEEE Trans.Inform.Theory, vol.IT-19, pp.471-480, July 1973. Reprinted in Key Papers in the Development of Information Theory, D.Slepian, Ed. New York: IEEE, 1974, pp.450-459.

[6] L.Tolhuizen, "Discrete coding for the BMC, based on Schalkwijk's strategy", Proc. 6th Benelux Symp. on Information Theory, Mierlo, The Netherlands, pp.207-208, May 23-214, 1985.

[7] Zhen Zhang and T.Berger, "New outer bounds to capacity regions of two-way channels", to be published, IEEE Trans.Inform.Theory.

[8] F.Jelinek, "Coding for and decomposition of two-way channels", IEEE Trans.Inform.Theory, vol.IT-10, pp. 5-17, Jan. 1964.

[9] J.P.M.Schalkwijk, "Two outer bounds to the capacity region of the two-way channel - A converse for the the binary multiplying channel", Proc. 2nd. Joint Swedish-Soviet International Workshop on Information Theory", Gränna, Sweden, pp.17-23, April 14-19, 1985.

[10] J.P.M.Schalkwijk, "The threshold bound to the capacity region of a two-way channel revisited", Proc. 6th Benelux Symp. on Information Theory, Mierlo, The Netherlands, pp.199-206, May 23-24, 1985.

Voordracht gehouden tijdens de 333e werkvergadering.

RADIATIVE TRANSFER IN SIZE-LIMITED BODIES

G. BRUSSAARD

European Space Research and Technology Centre (ESTEC)
Noordwijk, The Netherlands

ABSTRACT

The paper studies radiative transfer through raincells of limited extent, in order to estimate the limitations of radiometeric measurements of rain attenuation on slant paths. Results are given for model cells of cylindrical shape. It is shown that the errors caused by scattering are much larger in the case of a raincell occurring on the path and away from the radiometer site than in the classical case of a stratified rain medium of infinite horizontal extent. The accuracy obtainable for radiometric measurements in the 20 and 30 GHz band is shown to be severely limited by scatter effects. The effective medium temperature to be used in the classical radiometer equation will be a function of spatial characteristics of the rain medium.

Keywords: Radiometry, Microwave Propagation, Rain Attenuation, Scatter, Satellite Communication.

RESUME

L'article étudie les transferts radiatifs à travers des cellules de pluie d'étendue limitée, afin d'estimer les limitations des mesures radiométriques de l'affaiblissement dû à la pluie sur des trajets obliques. On donne des résultats pour un modèle de cellules de forme cylindrique. On montre que les erreurs causées par la diffusion sont beaucoup plus grandes dans le cas d'une cellule de pluie située sur le trajet à une certaine distance du site du radiomètre que dans le cas classique d'un milieu de précipitations en couche d'étendue horizontale infinie. On montre que la précision que l'on peut obtenir pour des mesures radiométriques dans la bande des 20 et 30 GHz est sévèrement limitée par les effets de diffusion. La température effective du milieu à utiliser dans l'équation classique du radiomètre sera une fonction des caractéristiques spatiales du milieu de précipitation.

Mots clés : radiométrie, propagation hyperfréquence, affaiblissement par la pluie, diffusion, communication par satellite.

1. INTRODUCTION

Statistical modelling procedures relating meteorological parameters to slant-path attenuation rely on long-term statistics of attenuation to provide a check on their validity. Radiometers have been widely used for this purpose by virtue of the fact that they obviate the need for a satellite beacon for slant-path attenuation measurements.

The European Space Agency has been carrying out radiometric measurements at 11.4 GHz for some 10 years at 12 different locations in Europe, in order to provide basic statistics of rain attenuation for the design of the ECS satellite communication system. With the installation in orbit of the OTS satellite in 1978 the opportunity arose for a direct comparison of radiometric observations with active beacon measurements. It became clear quite soon that the radiometers tended to underestimate attenuation, when applying the usual simple formula for radiation from a purely absorbing body:

$$T_s = T_p\,(1-t) \tag{1}$$

where T_s = sky noise temperature
T_p = physical temperature of the rain medium
t = transmissivity

Conversely, when calibrating the radiometers against concurrent beacon measurements, implied medium temperature was generally found to be substantially lower than the assumed average physical temperature of the medium. Values of 240K and lower were regularly found at all six beacon receiver stations. It was found that the most severe cases of underestimation by the radiometers were generally associated with rain occurring at a distance from the radiometer site, i.e. when no rain was recorded at the station itself. This has also been observed by other experimenters.

In an earlier paper (ref. 1) the author has shown that the occurrence of inhomogenities in the atmosphere leads to underestimation of attenuation by the radiometer through integration effects of the antenna. Also the error due to scatter by rain was analysed for rain cells of limited size. However the latter analysis was based on a first-order approximation.

The present paper reports on the results of subsequent, more rigorous study of radiative transfer through cells. This study provides a further explanation for the bias found in radiometric estimates of attenuation. From this, conclusions can be drawn regarding basic limitations of passive radiometry at higher frequencies. Some fundamental differences with well-known analyses of scattering by a homogenous atmosphere (refs. 2, 3) are shown.

2. THE EQUATION OF TRANSFER

The specific intensity I of radiation flowing through a surface element da (see fig. 1)

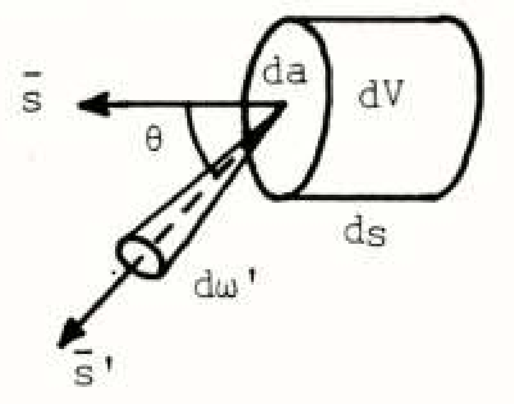


Figure 1. Definition of specific intensity.

in direction $\bar{s}'$ is defined as the amount of power per unit of area perpendicular to $\bar{s}'$ per unit of solid angle:

$$dP(\bar{s}') = I(\bar{s}')\ da\ \cos\theta\ d\omega' \qquad (2)$$

The rate of change of I along a path s through a homogenous scattering, absorbing and emitting medium is expressed by the equation of transfer (ref. 7):

$$\frac{dI(\bar{r},\bar{s})}{ds} = -Qe.I(\bar{r},\bar{s}) + \frac{Qe}{4\pi}\int p(\bar{s},\bar{s}').I(\bar{r},\bar{s}').d\omega' + Qa.B_0 \qquad (3)$$

where

Qe	=	extinction coefficient = Qa + Qs
Qa, Qs	=	absorption and scattering coefficient, respectively.
$\bar{s}$, $\bar{s}'$	=	direction along the path and direction of incoming radiation, respectively
$\bar{r}$	=	location vector
Bo	=	the Planck function defining thermal radiation for a blackbody at local thermodynamic equilibrium at temperature To (ref. 4)
$P(\bar{s}, \bar{s}')$	=	is the so-called phase function, defining the amount of energy scattered into direction $\bar{s}$ due to energy incident from direction $\bar{s}'$.

The phase function is related to the scattering albedo Wo by

$$W_0 = \frac{Qs}{Qe} = \frac{1}{4\pi}\int_{4\pi} p(\bar{s},\bar{s}')\ d\omega' \qquad (4)$$

For simplicity, in tne following we will assume the medium to be isotropically scattering. (The equations can easily be extended for the general case). In this case the phase function is constant and equal to Wo. Furthermore, the reference system is chosen in such a way that the path contains the origin. Expressing distances in optical units with $\bar{\tau} = Qe.\bar{r}$, we can write

$$\frac{dI}{d\tau} = -I(\bar{\tau}) + W_0U(\bar{\tau}) + (1-W_0)\ B_0 \qquad (5a)$$

where the average intensity in point $\bar{\tau}$ is defined by

$$U(\bar{\tau}) = \frac{1}{4\pi}\int_{4\pi} I(\bar{\tau},\bar{s}')\ d\omega' \qquad (5b)$$

We now assume the medium to be confined to a volume V. Placing the origin on the surface enclosing V, and imposing the boundary condition I(o) = o (no incident radiation), we can integrate eq. (5) over the entire solid angle, obtaining an integral equation for the average intensity:

$$U(\bar{\tau}) = \int_{V\tau} \frac{\exp(-|\bar{\tau}-\bar{\tau}'|)}{4\pi|\bar{\tau}-\bar{\tau}'|^2}\{(1-W_0)B_0 + W_0U(\bar{\tau}')\}\ dV\tau' \qquad (6)$$

where the subscript τ indicates the use of optical units. Defining the spherical expansion function:

$$H(\tau) = \frac{\exp(-\tau)}{4\pi\ \tau^2} \qquad (7)$$

we can write eq. (6) as:

$$U(\bar{\tau}) = \int_{V\tau}\{(1-W_0)B_0 + U(\bar{\tau}')\}H(\bar{\tau}-\bar{\tau}')\ dV\tau' \qquad (8)$$

The right-hand side of this equation is a convolution integral. Therefore, taking a three-dimensional Laplace transform, the integral equation (8) can be solved and the transform of U can be expanded into a geometrical series, which is transformed back into a Neumann series:

$$U(\bar{\tau}) = \sum_{n=0}^{\infty} Un(\bar{\tau}) \qquad (9a)$$

with

$$U_0(\bar{\tau}) = (1-W_0)B_0 \int_{V\tau} H(\bar{\tau}-\bar{\tau}')\ dV\tau' \qquad (9b)$$

$$U_n(\bar{\tau}) = W_0\int_{V\tau} U_{n-1}(\bar{\tau}')H(\bar{\tau}-\bar{\tau}')\ dV\tau' \qquad (9c)$$

The elements of the series are easily recognised as the n-th order multiple scattering contributions to average intensity (see fig. 2).

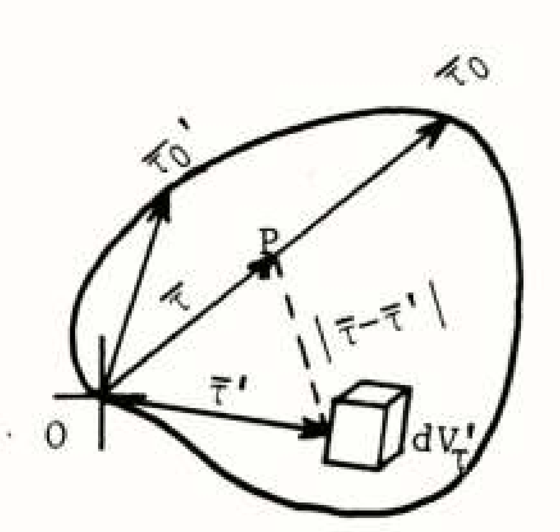


Figure 2. Basic geometry.

If radiation is incident upon volume V, a term has to be added in eq. (9b) expressing this additional contribution:

$$\Delta U_0(\bar{\tau}) = \frac{1}{4\pi} \int_{4\pi} I_{inc}(\bar{\tau},\bar{s}') \exp(-|\bar{\tau}-\bar{\tau}_0'|)\, d\omega' \qquad (9d)$$

where $\bar{\tau}_0'$ is the point on the surface in direction $\bar{s}'$.

3. THE EQUIVALENT TEMPERATURE DISTRIBUTION

Whereas the first term in eq. (5) describes the absorption of energy, the second and third term define the generation of energy along the path through rescattering of incident radiation and through thermal emission. Defining the source function

$$J(\bar{\tau}) = W_0\, U(\bar{\tau}) + (1-W_0)\, B_0 \qquad (10)$$

we write the equation of transfer as:

$$\frac{dI}{d\tau} = -\, I(\bar{\tau}) + J(\bar{\tau}) \qquad (11)$$

$$\text{where} \quad J(\bar{\tau}) = \sum_{n=0}^{\infty} J_n(\bar{\tau}) \qquad (12a)$$

$$\text{with} \quad J_0(\bar{\tau}) = (1-W_0)\, B_0 \qquad (12b)$$

$$\text{and} \quad J_n(\bar{\tau}) = W_0\, U_{n-1}(\bar{\tau}) \quad \text{for } n>0 \qquad (12c)$$

Eq. (11) has the form of the equation of transfer for a pure absorber. (For pure black body radiation $J(\bar{\tau}) = Bo$). The source function $J(\bar{\tau})$ in eq. (12) can be interpreted as the temperature distribution of the equivalent absorber for the partially scattering body. In this interpretation Jo describes the temperature of direct radiation, J1 the temperature of first-order scattering, etc.

The intensity (or total noise temperature) emanating from the body at point $\bar{\tau}_0$ is given by:

$$I(\bar{\tau}_0) = \int_0^{\tau_0} J(\bar{\tau}) \exp(\tau-\tau_0)\, d\tau \qquad (13)$$

which for a pure absorber reduces to the well-known expression which is the basis for radiometry:

$$I(\bar{\tau}_0) = B_0\, \{1-\exp(-\tau_0)\} \qquad (14)$$

and which is equivalent to eq. (1).
Calibrating a radiometer against a beacon measurement involves measurement of both the noise temperature $I(\bar{\tau}_0)$ and the extinction $(1-\exp(-\tau_0))$ independently, and "fixing" eq. (14) by replacing Bo by a suitable value Bm which defines the effective medium temperature Tm of the equivalent absorber. From eqs. (13) and (14), therefore:

$$B_m = \frac{\int_0^{\tau_0} J(\bar{\tau}) \exp(\tau-\tau_0)\, d\tau}{1 - \exp(-\tau_0)} \qquad (15)$$

4. APPLICATION TO MODEL SHAPES

In this section results of model calculations are given for homogeneous, isotropically scattering bodies. For ease of interpretation, results are given in terms of the effective medium temperature Tm, while the actual physical temperature is assumed to be 270 K. Values of Wo chosen (0.1, 0.3 and 0.5) are representative for rain scatter in the frequency band 10 - 30 GHz.

4.1 Infinite Medium

If the volume is extended to infinity, then

$$\int H\, dV = 1 \quad \text{and} \quad U_0 = (1-W_0)\, B_0\ .$$

Eq. (12) reduces to a geometrical series:

$$J = \sum_{n=0}^{\infty} J_n = \sum_{n=0}^{\infty} W_0^n\, (1-W_0)\, B_0 = B_0 \qquad (16)$$

in agreement with basic thermodynamics. This well-known fact means that when a radiometer is placed <u>inside</u> a partically scattering medium, the noise temperature measured will still approach the physical temperature of the medium, when the attenuation in all directions is large. In that case the error of the radiometer measurement decreases with increasing attenuation, and approaches zero, even though the medium is partially scattering.

4.2 Semi-infinite Medium

When the radiometer is placed <u>outside</u> the medium, an entirely different situation arises. The problem of radiation emerging from a partially scattering and emitting halfspace has been studied extensively in astronomy (Milne-Eddington problem). The intensity of the emerging radiation has been tabulated by Chandrasekhar (ref. 6) as a function of Wo and of the angle of emergence.

The important point is, that the emerging radiation is always less than Bo, or, in other words, the effective medium temperature Tm is less than the physical temperature To even though the medium gives total attenuation.

Let us suppose that isotropic radiation of intensity Bo is incident on the medium. Then the total emerging radiation is the sum of radiation generated inside the medium and the diffusely reflected incident radiation. This sum is equal to Bo according to the principle of thermodynamic eqilibrium. Thus

$$I(0,-\mu) = \{1 - R(\mu)\}\, B_0 \qquad (17)$$

where $I(0,-\mu)$ = emanating radiation, generated by thermal emission inside the medium,
$R(\mu)$ = diffuse reflection coefficient
μ = direction cosine wrt normal on the surface.

The practical case of interest is that of a radiometer observing a rainstorm at some distance from the radiometer site. The limiting case, where ground radiation inside the rain medium can be neglected and the attenuation along the path is infinite, can be equated to the case of a radiating halfspace with incident radiation of intensity 1/2 Bo (assuming the ground outside the rain medium to be a blackbody at temperature To). Then it follows from (17):

$$T_m = \{1 - \tfrac{1}{2}R(\mu)\}\, T_0 \qquad (18)$$

Fig. 3 shows Tm as a function of elevation angle for this case.

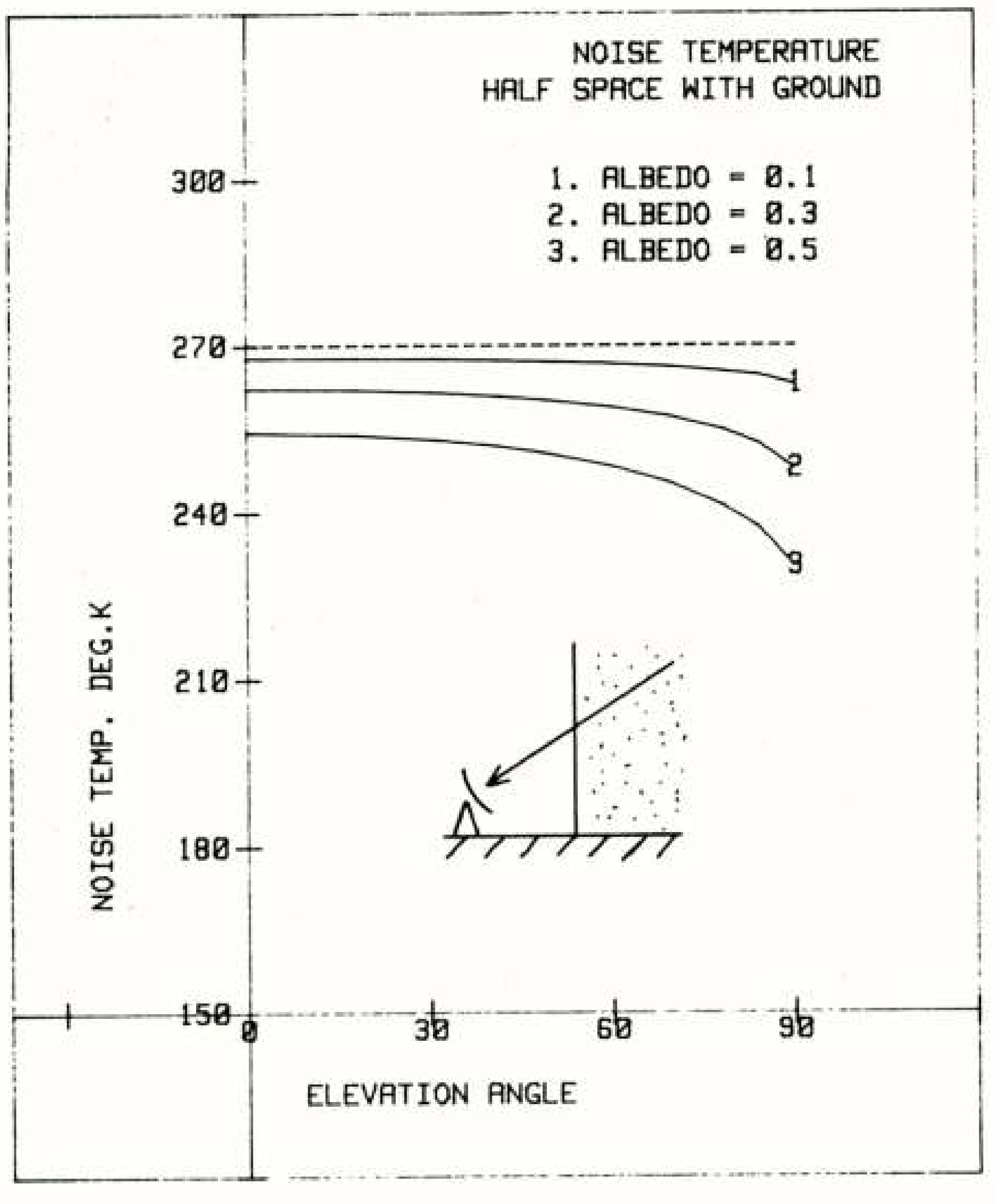


Figure 3.

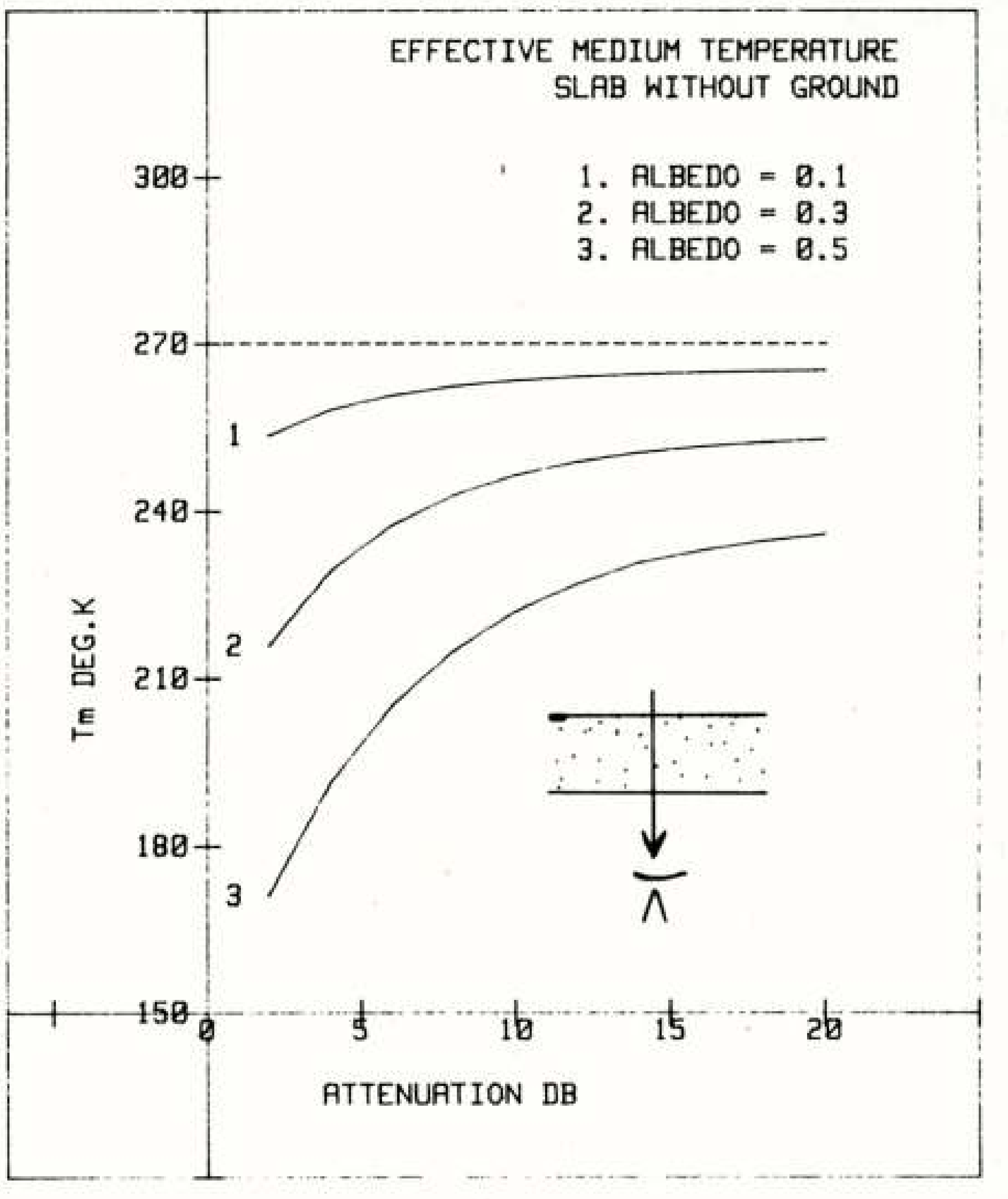


Figure 4.

4.3 Slab

The plane-parallel slab has been studied extensively as a model for a horizontally stratified atmosphere. The transfer equation in integral form in this case reduces to a one-dimensional integral with an exponential integral as the expansion function, with the following solution for the source function:

$$J_0 = (1-W_0)\, B_0 \qquad (19a)$$

$$J_n = \tfrac{1}{2} W_0 \int_0^D J_{n-1}(x') . E_1(|x-x'|)\, dx' \qquad (19b)$$

where $E_1(x)$ = exponential integral of first order
D = thickness of the slab (in optical units)

This equation, studied a long time ago by v.d. Hulst (ref. 5), is easily calculated numerically. The result in terms of effective medium temperature is shown in fig. 4.

The first practical application is the horizontal slab with incident radiation from the ground below. This configuration has been studied by Zavody (ref. 2) and more recently by Ishimaru (ref. 3) for the general case of Mie scattering by spherical rain drops.

Fig. 5 shows the resultant Tm values assuming isotropic scattering and blackbody radiation from the ground at To (270 K). It is important to note that, as attenuation increases, the effective medium temperature approaches To. This is because at the interface of ground and atmosphere there is thermal equilibrium.

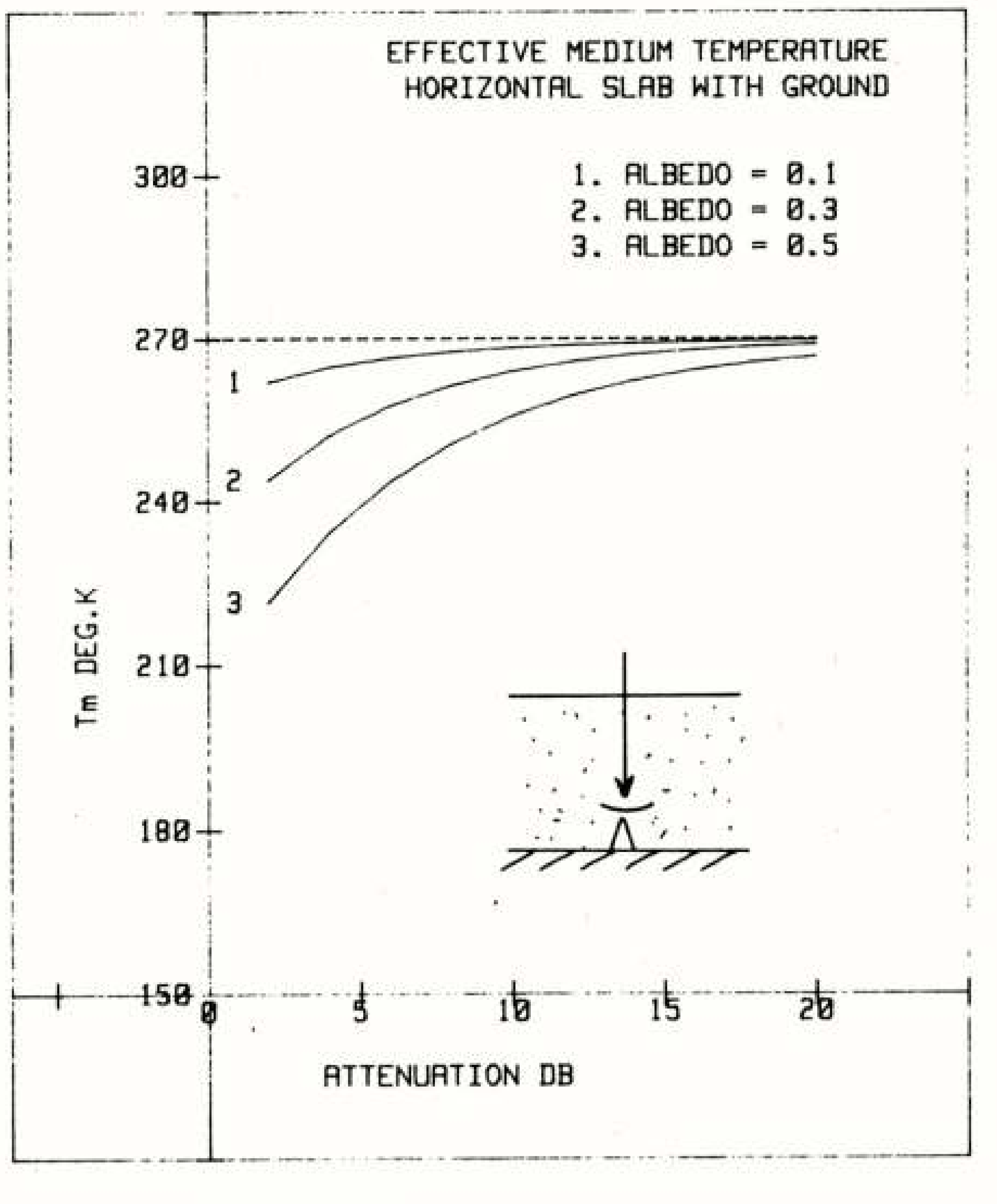


Figure 5.

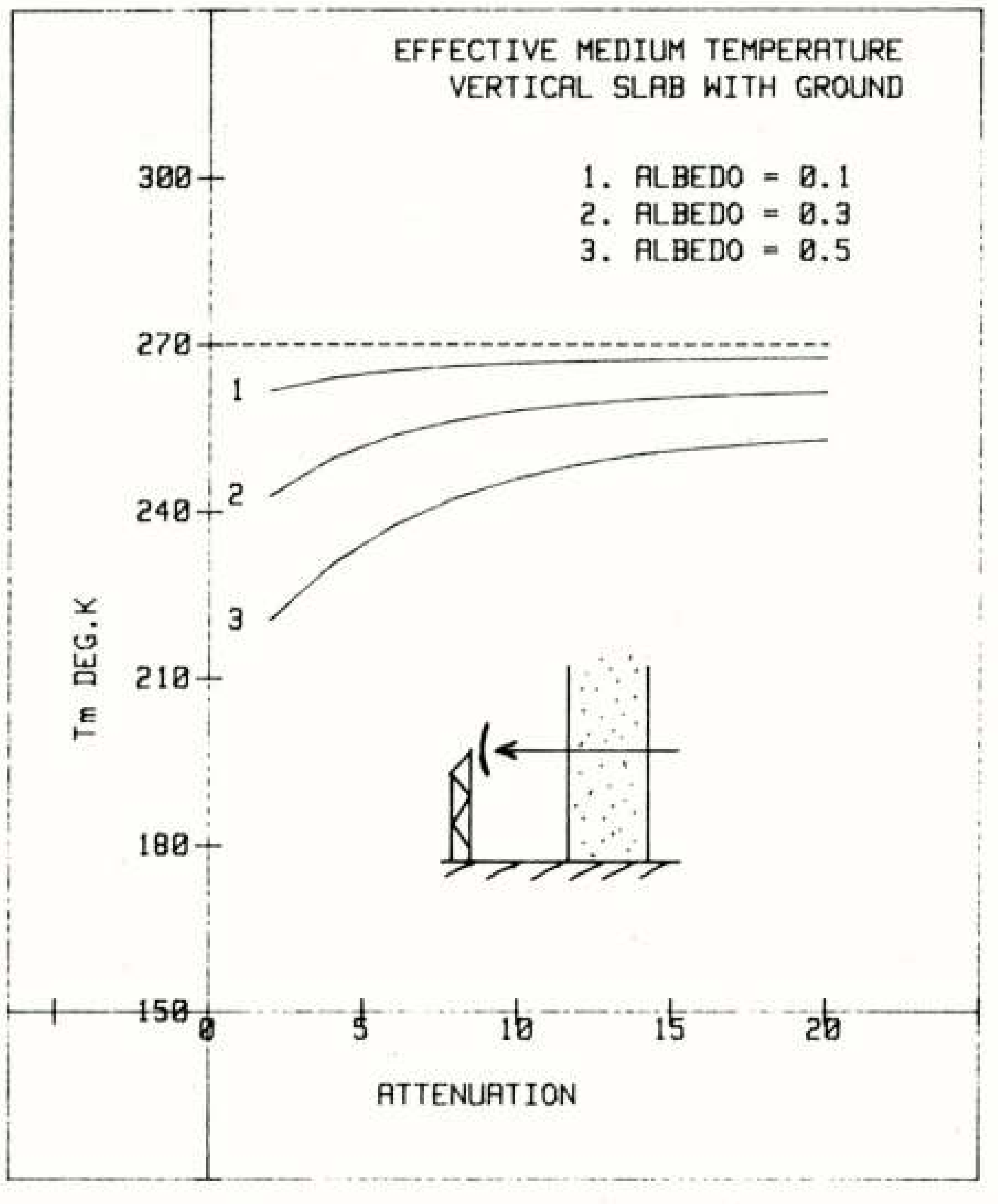


Figure 6.

The second application is that of a vertical slab with a ground plane, which is a representation of a squall line approaching the radiometer. The results are shown in fig. 6. Note that the "error" in Tm is now much larger than as shown in fig. 5, and Tm does not approach 270 K for high attenuation, but instead approaches the values of fig. 3 (for elevation = 0°).

4.4 Cylinder

The same calculations can be carried out for cylindrical shapes. The limiting case is shown in fig. 7 where an elevation angle of 0° and an infinitely high cylinder is assumed. Fig. 8 then shows a more realistic case of a cylinder with a diameter equal to its height.

The sequence of figs. 6, 7 and 8 therefore shows bodies that are limited in one, two and three dimensions, respectively. Correspondingly, the effective medium temperatures become lower. Note however, that the limiting values of Tm for attenuation approaching zero and infinity (in dB) respectively, are the same in all three cases.

5. RESULTS USING MIE SCATTERING

The above calculations were all done in terms of optical units, for fixed values of scattering albedo. In order to study emission from actual raincells, the dependence of extinction and scattering on rainrate as well as anisotropy of Mie scattering has to be taken into account. This was carried out for a number of sample cases. It was found that in the frequency band 10 - 30 GHz the anisotropy of the scattering was of very little consequence; the results were within 1°K from assuming isotropic scattering.

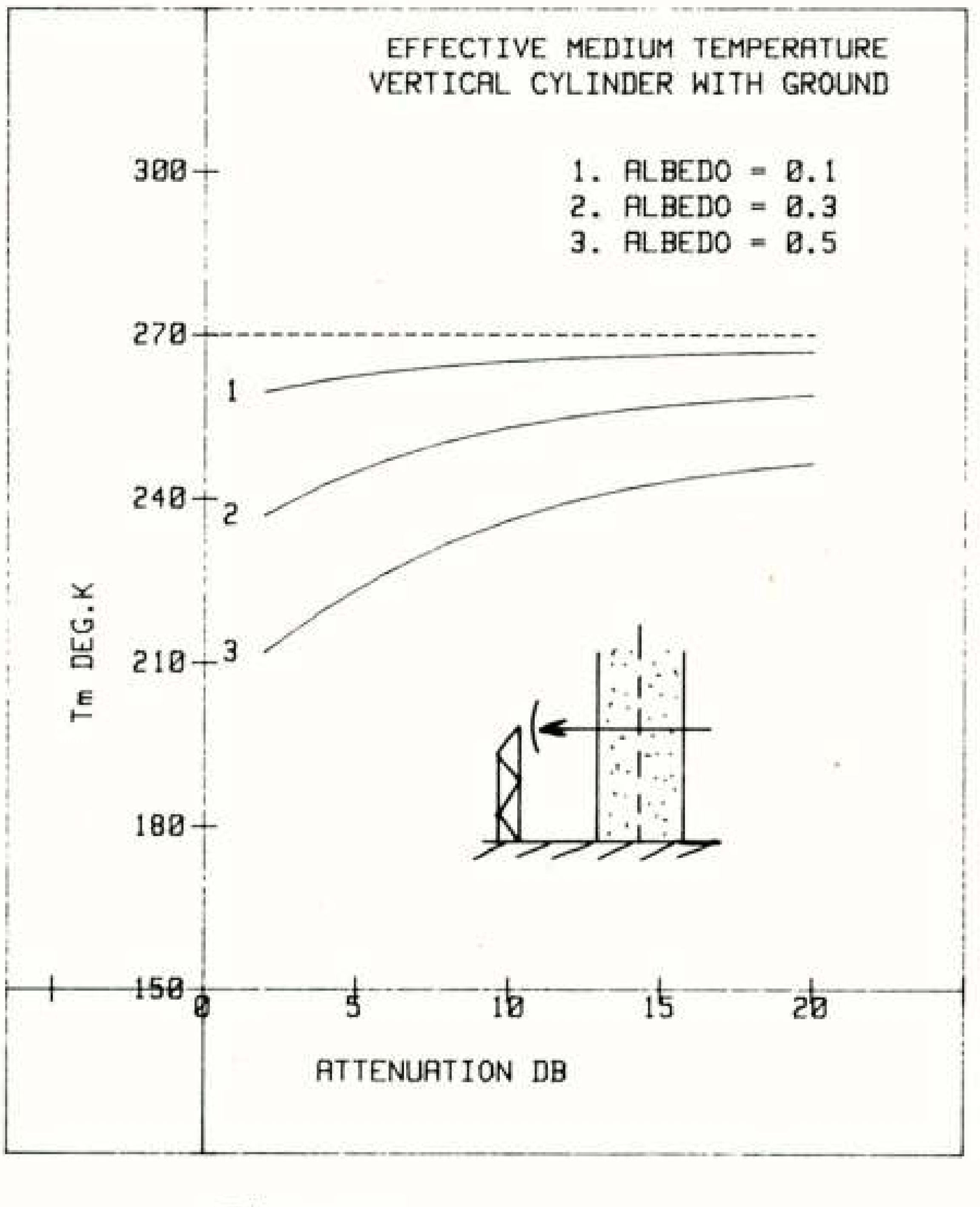


Figure 7.

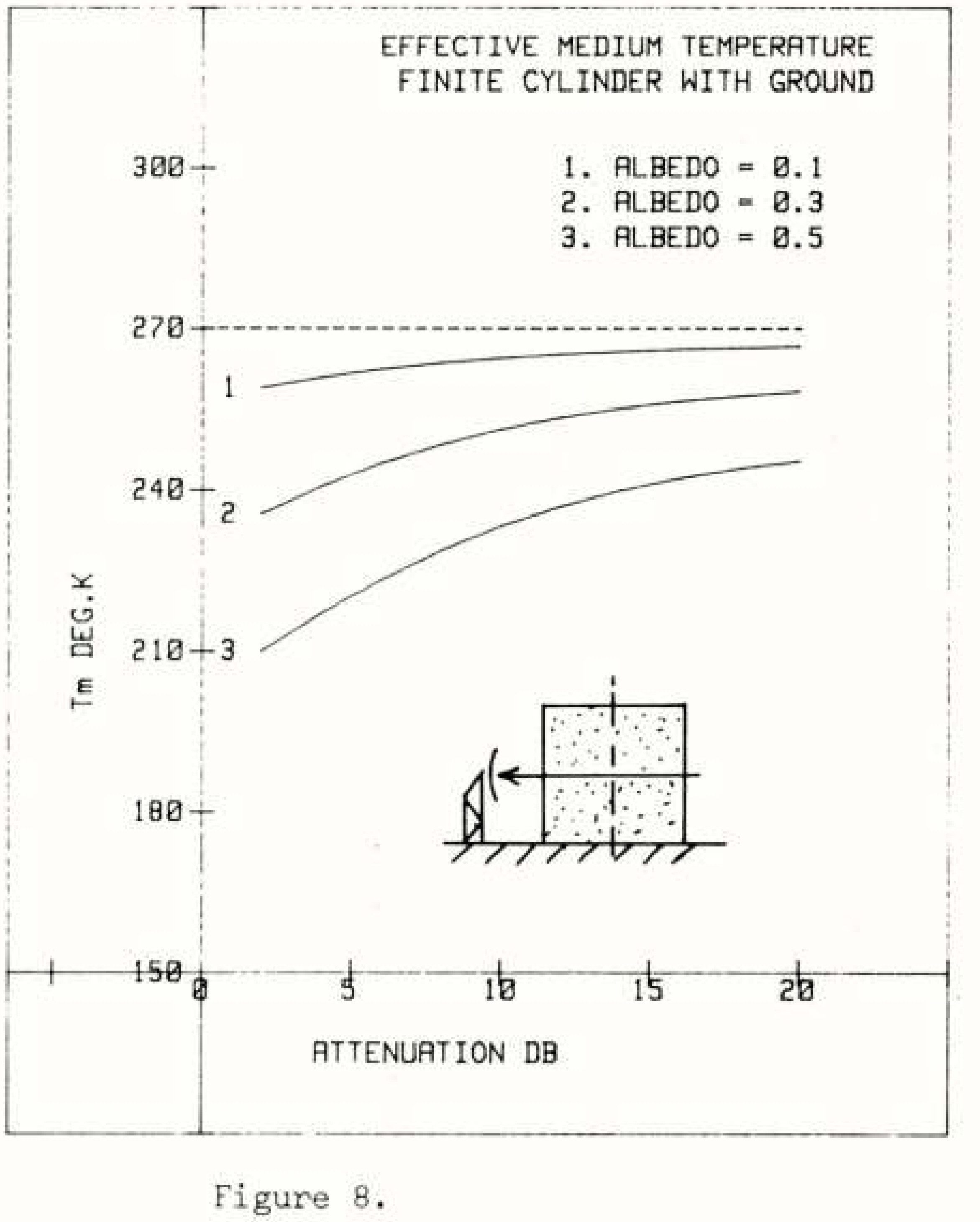


Figure 8.

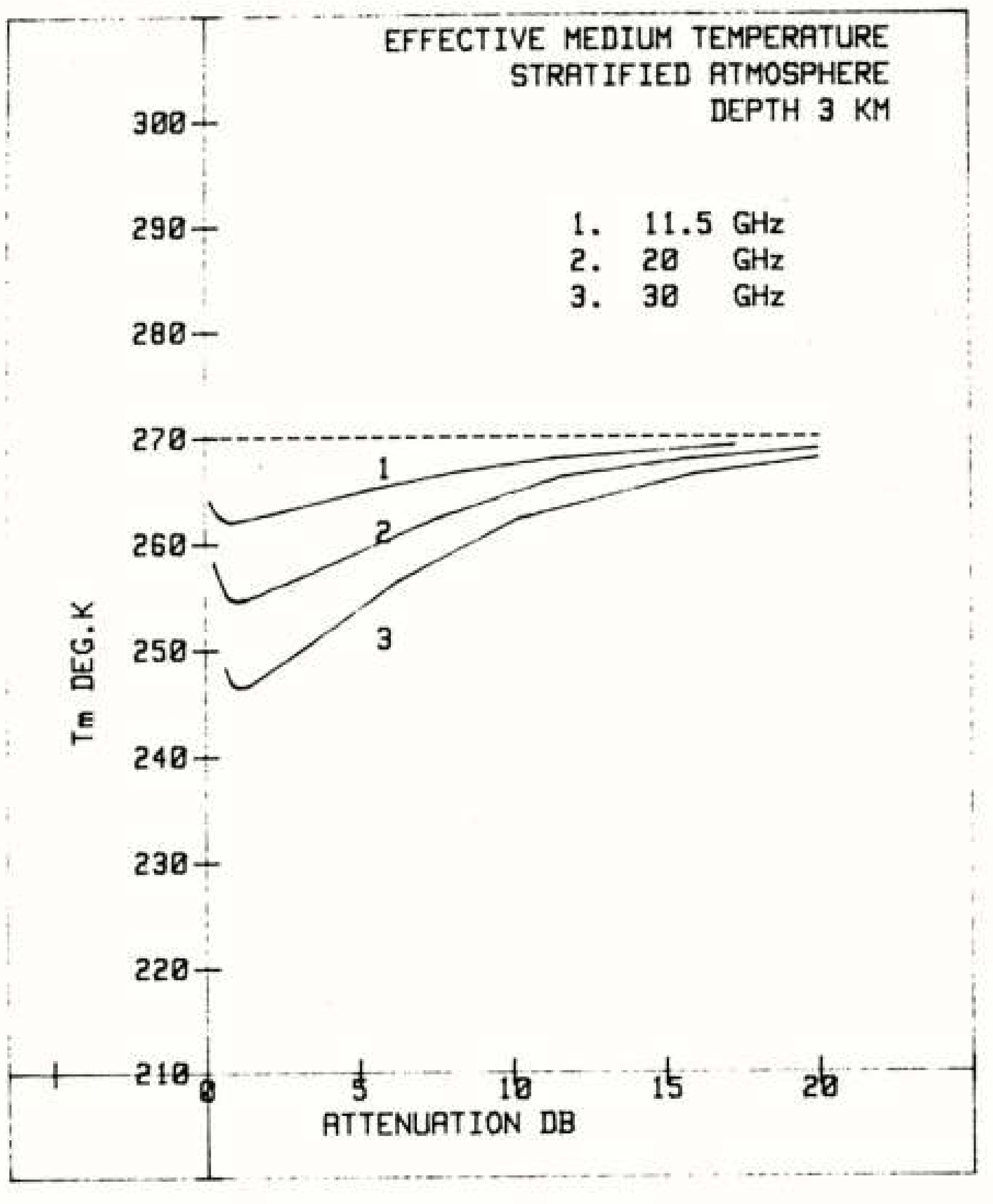


Figure 9.

Fig. 9 shows the effective medium temperature Tm at three frequencies for a homogeneous atmosphere of 3 km thickness. Zenith pointing is assumed, giving a lower bound to Tm. This result is in close agreement with ref. 2.

In contrast with this, fig. 10 gives the resultant Tm values for a vertical cylinder of 3 km diameter and zero elevation angle. If smaller cell sizes are assumed, this results in even lower values of Tm, as higher rainrates must be invoked with a correspondingly higher scattering albedo. This is illustrated by fig. 11.

6. CONCLUSION

In order to explain some of the discrepancies found between attenuation values predicted by radiometers and those actually measured using satellite beacons, a study was carried out of radiation from raincells of various sizes and shapes. It was found that a fundamental difference exists between the case of a homogeneous atmosphere as studied in numerous publications and the situation found in practice of a raincell occurring somehwere on a satellite-earth path. The latter configuration may result in much larger errors in radiometric predictions than is generally assumed. In the 11 GHz band values of 260 K may be found for the effective medium temperature of raincells and the effect of scattering therefore cannot be neglected. At 30 GHz values as low as 240 K may be found. In general the actual value of effective medium

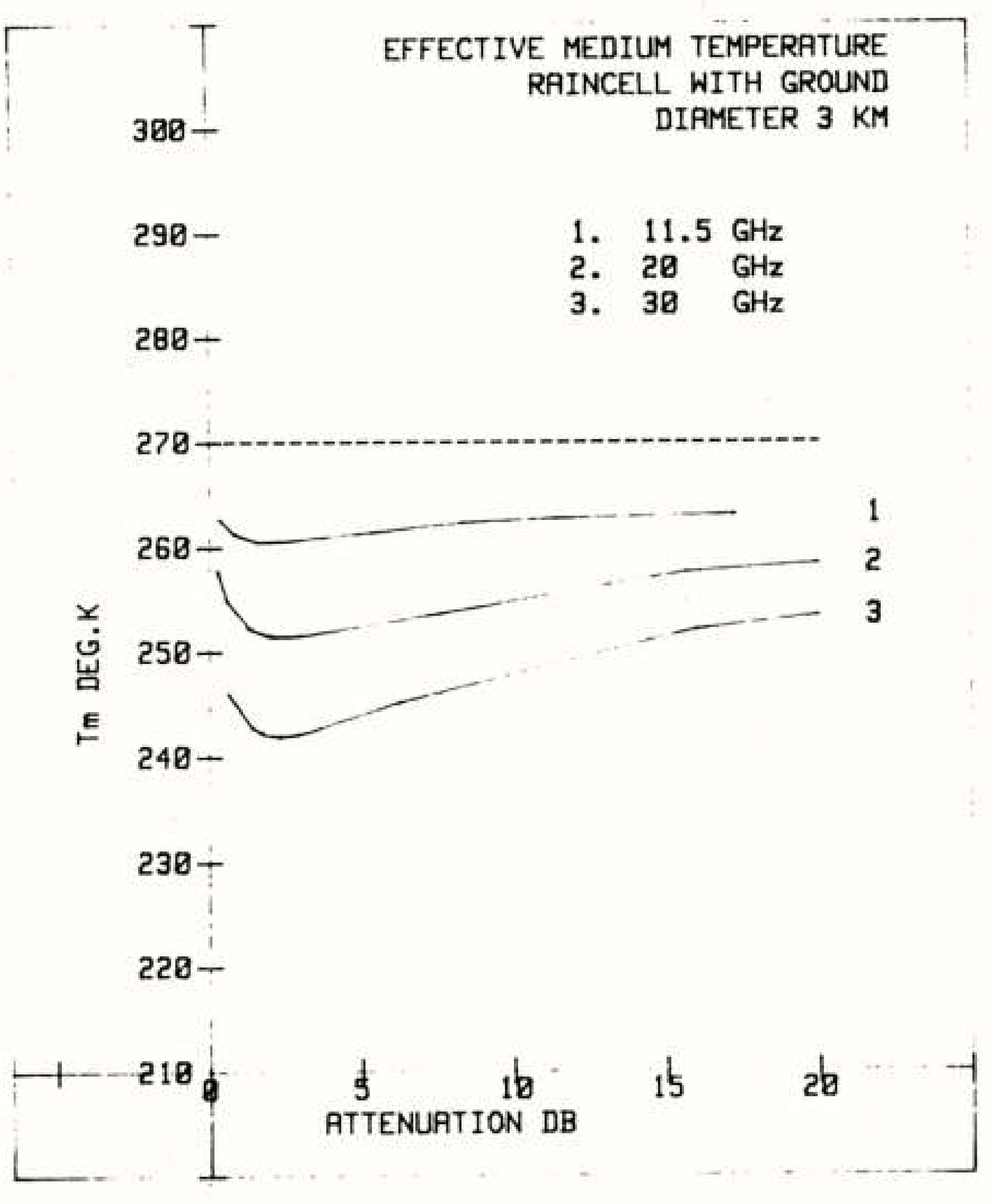


Figure 10.

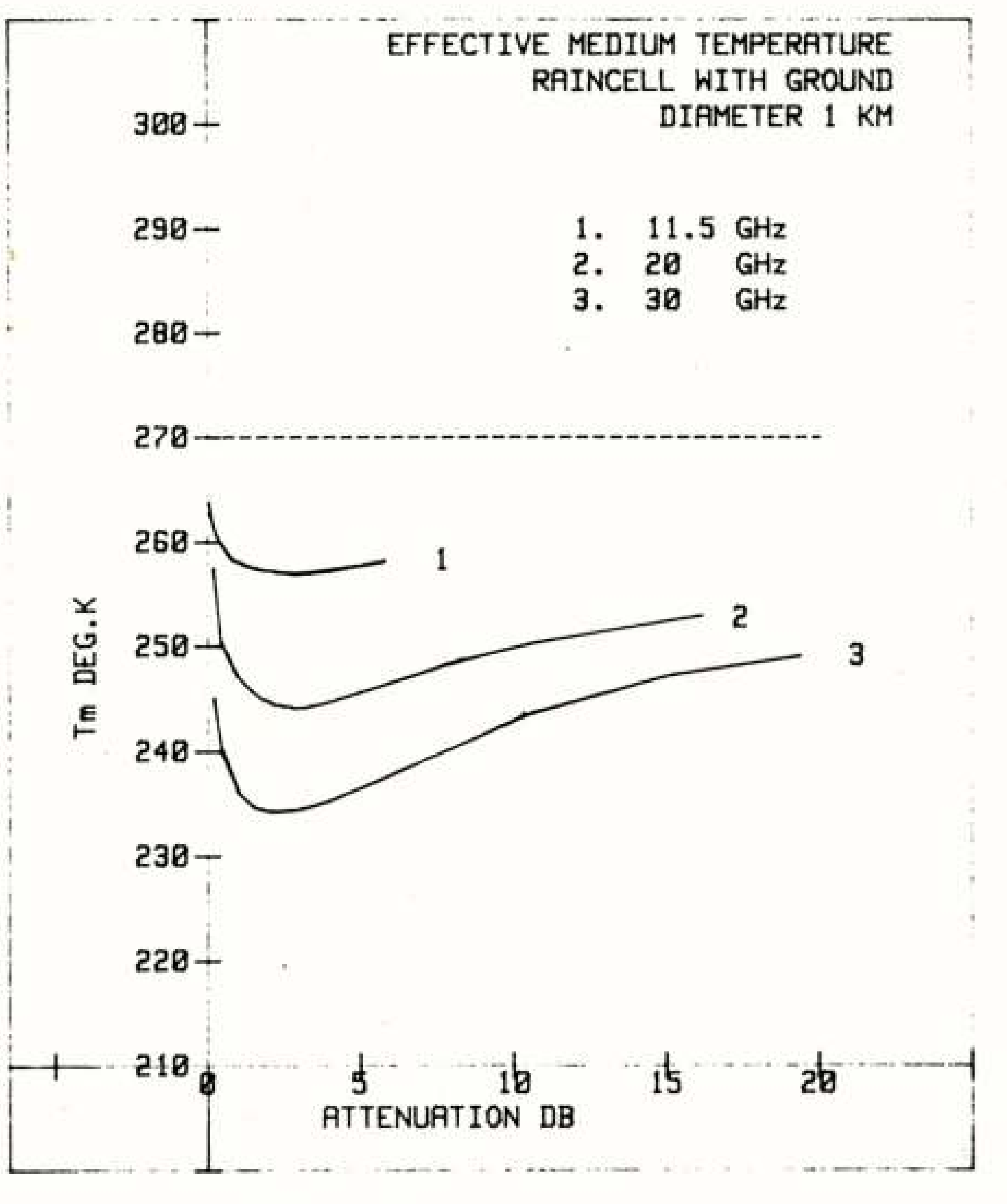


Figure 11.

temperature will be strongly dependent on the physical structure of the rain. This severely limits the accuracy obtainable with a radiometer in predicting attenuation.

Additional errors due to antenna integration effects must be taken into account when treating radiometeric observations of raincells (ref. 1). In fact, in order to explain the values of Tm found by comparing radiometer measurements with simultaneous beacon measurements, it must be concluded that the antenna effects also are a major cause of error. However, even if these errors are minimised by careful antenna design, the basic limitations shown in this paper lead to the conclusion that calibration, on a statistical basis, of radiometric observations, using simultaneous satellite beacon measurements are necessary at all frequencies above 10 GHz.

6.1 Acknowledgment

The invaluable assistance of Dr. A.W. Dissanayake is gratefully acknowledged.

6.2 References

1. Brussaard G. & Laloux A 1981, Prediction of 11 and 14 GHz rain attenuation on satellite-earth paths using passive radiometers, IEE Conference Publication 195, 129-131.

2. Zavody A.M 1974, Effect of scattering by rain on radiometer measurements at millimetre wavelengths, Proc IEE 121(4), 257-263.

3. Ishimaru A & Cheung RLT 1980, Multiple-scattering effect on radiometric determination of rain attenuation at millimeter wavelengths, Radio Science 15(3), 507-516.

4. Kondratyev K.YA 1969, Radiation in the atmosphere, Academic Press.

5. van de Hulst H.C 1948, Scattering in a planetary atmosphere, Astrophys. J. 107, 220-246.

6. Chandrasekhar S 1960, Radiative Transfer, Dover Publications.

7. Ishimaru A 1978, Wave propagation and scattering in random media, Academic Press.

Deze tekst is overgenomen uit de Proceedings van de URSI Commission F 1983 Symposium. Louvain La Neuve, Belgium. June 1983 (ESA SP-194). De lezing, welke tijdens de 333e werkvergadering werd gehouden, was nagenoeg gelijk aan deze voordracht.

De electromagnetische omgeving.Effecten van bliksem en nucleaire electromagnetische impuls.

Prof.dr.F.L.H.M.Stumpers
Philips Natuurkundig Laboratorium
Eindhoven

Overzicht van de twee organisatorische en de acht wetenschappelijke vergaderingen van URSI Commissie E.Samenvatting van de URSI opinie over de nucleaire electromagnetische impuls en de effecten daarvan.

De een en twintigste algemene vergadering van de Internationale Wetenschappelijke Radio Unie begon op 27 Augustus 1984 in Florence,Italie, en eindigde op 6 September 1984.In de officiele openingsvergadering spraken prof.Cappellini namens het organisatie comité,prof.Egidi als president van het Italiaanse URSI Comité,en de heer Bausi,vertegenwoordiger van de burgemeester van Florence,woorden van welkom.De voorzitter van URSI,prof.Gordon bedankte hen.Prof.van Bladel gaf een overzicht van de wetenschappelijke activiteiten en de finantien van URSI,in zijn functie als Secretaris-Generaal.De Directeur van het CCIR,mr.R.Kirby,behandelde de relatie tussen de Internationale Telecommunicatie Unie en URSI.Vervolgens gaf prof.Gordon zijn presidentiele toespraak.Als nederlandse afgevaardigde reikte ik de Balth.van der Pol Gouden Medaille uit aan prof.Farnell (Canada) voor zijn werk in physische electronica,microgolf lensen, spin-phonon interactie,en microgolf acoustiek. Prof.Senior,voorzitter van het URSI Comitévan de Verenigde Staten reikte de Gouden Dellinger medaille uit aan een vertegenwoordiger van dr. I.de Pater voor haar werk over ruis van planetaire oorsprong,en de magnetosfeer van Jupiter en van de aarde.Prof.Clarricoats reikte de Appleton prijs uit aan prof.Cole voor bijdragen tot het begrip van de belangrijkste processen die plaats vinden in magnetosfeer en ionosfeer. Prof.Tanaka reikte de Issac Koga Gouden Medaile uit aan dr.Ohtsu voor zijn werk aan precisie optische metingen aan gas en halfgeleider lasers.

Op 29 Augustus begon Commissie E met haar eerste organisatorische vergadering.Prof.Lundquist had in Juli het voorzitterschap om persoonlijke redenen neergelegd,zodat ik reeds in deze vergadering de leiding over moest nemen. De verkiezing van de vice-voorzitter had als resultaat:1)prof.Struzak(Polen),2)dr.Hamelin (Frankrijk).De Council koos,evenals in alle andere gevallen de eerst voorgestelde.Dr.Scuka gaf namens prof.Lundquist een overzicht van de werkgroep voor Ruis van Natuurlijke Oorsprong. Dr.Hamelin werd gekozen tot voorzitter van deze werkgroep.Dr.Baum gaf een rapport over de Werkgroep over de Wetenschappelijke Basis van de controle van ruis en storingen.Dr.Scuka besprak de nieuwe Werkgroep over de effecten van overgangsverschijnselen.Prof.Kikuchi besprak de activiteiten van de Inter-Commissie Werkgroep over de invloed van menselijke activiteiten op telecommunicatie.De Commissie benoemde Dr.Smith(USA) tot haar vertegenwoordiger in de InterCommissie Coordinatie Groep voor "Remote Sensing"(Meten op afstand).Prof.Kikuchi werd benoemd tot Redacteur voor Commissie E van de "Review of Radio Science".Het werkgebied van Commissie E werd voor de volgende drie jaar als volgt begrensd (terms of reference):Aardse en planetaire ruis van natuurlijke oorsprong;door mensen veroorzaakte ruis.De samengestelde ruis omgeving.De effecten van ruis op communicatie en andere systemen.Duurzame effecten van overgangsverschijnselen op het gedrag van apparaten(dit sluit de NEMP in).De wetenschappelijke basis van ruis en storingscontrole.Het gebruik van het spectrum. De voorzitter bracht verslag uit over de EMC Conferenties in Wroclaw 1982 en 1984 en in Zurich 1983.Prof.Degauque rapporteerde over het Nationale Franse Symposium in Tregastel,1983.Voor de volgende periode werden vergaderingen overeengekomen in Tokyo 1984,Zurich 1985 en 1987 en Wroclaw 1986.De Commissie beval het Bestuur aan de subsidie aan deze evenementen te continueren. Voor de volgende drie jaar wordt de aandacht speciaal gevestigd op:Niet-lineaire effecten. CCIR en CCITT Vragen en Studie Programmas.De electromagnetische ruis omgeving.De nucleaire electromagnetische impuls.Bliksem gedurende onweer in de winter en gestimuleerde bliksemverschijnselen in dit verband.De straling van Hoogspanningslijnen en acoustische verschijnselen (Whistlers).

Commissie E begon op 29 Augustus met de wetenschappelijke zitting over "Satellieten en

de planetaire ruis omgeving,met dr.E.K.Smith als voorzitter-organisator.Eerst maakt men metingen dichtbij de aarde,daarna vanuit de geostationnaire baan,vervolgens maakt men een grote tour van het zonnestelsel via de binnen-en buitenplaneten,en ten slotte verlaat men ons zonnestelsel.Met antennes van verschillende richtgevoeligheid en lage ruisversterkers ontvangt men de informatie op aarde.Mr.Njoku(Cal.Tech.) begon met de effecten van oceaan,land en ijs oppervlakten,de straling van atmosferische gassen(H_2O,O_2,O_3)en de verstrooiingseffecten van waterdruppels.Hij berekende de helderheids temperatuur van de aarde,gezien vanuit de geostationnaire baan.Dit wordt gebruikt bij het ontwerp van communicatie systemen.Prof.Helliwell en Mr.Fraser Smith behandelden de ruis in het plasma rond de aarde tussen 0.1 Hz en 1 MHz. Kotaki en Katoh behandelden de aardse ruis distributie gemeten door een japanse wetenschappelijke satelliet.Gulkis(J.P.L.)beschreef de synchrotron en thermische ruis emissie,die gevonden is bij alle planeten,behalve bij Pluto.Warwick en Sawyer(U.of Colorado en Radiophysics)schetsten de radio emissie van de zon,die zich uitstrekt over het frequentiegebied vanaf enkele tientallen kilohertz to 300 GHz.Er is thermische emissie,die bij tienduizend graden Kelvin past, naast emissie van enkele millioenen graden.Dan zijn er plotselinge heftige versterkingen van de straling(bursts),die milliseconden,maar ook dagen kunnen duren.Diverse emissie mechanismes werden besproken:Thermische processen in een gemagnetiseerd plasma,interactie van electrostatische golven door golf-golf koppeling,gyro-en gyro-synchrotron effecten in de magnetische velden van chromosfeer en corona.Ten slotte behandelde prof.Wielebinski(Bonn)de radio ruis van cosmische oorsprong in het gebied van 100 kHz tot 1000 GHz.Men ziet de cosmische achtergrond van 3^0K,de verschillende lijn emissies met de beroemde waterstof lijn op 1427 MHz,maar ook andere overgangen in het waterstof spectrum en diverse moleculaire lijnen.Andere bronnen zijn melkweg stelsels,pulsars en quasars.De nieuwe in Bonn gemaakte kaart van de galactische ruis wordt aan het CCIR aangeboden.In de zitting van Baum's Werkgroep behandelde Tesche het effect van electromagnetische storingen op grote electrische systemen.Hij gebruikte daarbij het door Baum voorgestelde concept van de electromagnetische topologie.Het effect van afscherming kreeg speciale aandacht.Baum zelf besprak nieuwe ontwikkelingen in zijn theorie van de electromagnetische topologie.Met Yang samen gaf hij resultaten van metingen van strooiings matrices.

Graf en Vance gaven richtlijnen voor het ontwerp van systemen,waarbij met de topologie rekening gehouden wordt.Shapira(Israel) gaf algemene beschouwingen over de methodes en modellen van electromagnetische compatibiliteit.Mo(USA)gaf waarschijnlijkheids-en statistische beschouwingen over electromagnetische interactie met complexe systemen.Op 31 Augustus werd de gehele dag besteed aan de natuurlijke ruis omgeving,s'morgens onder leiding van Dubro en Garbagnati(Italie) en s'middags onder leiding van Krider (U.S.A.). Orville sprak over bliksem op regionale en globale basis.Met satellieten werden op 365 opvolgende dagen bliksem ontladingen gemeten tussen 60^0Zuiderbreedte en 60^0Noorderbreedte.Bij locale middernacht werden 32000 bliksemslagen waargenomen.Op kleinere schaal werden grond metingen gedaan langs de Oostkust van de Verenigde Staten van Maine tot Florida.Dit Oostkust detectie net meet plaats en multipliciteit van de bliksemslagen voorts amplitude en polariteit.In de zomer brengen de bliksems meestal negatieve lading naar beneden,terwijl in de winter in 95% van de gevallen positieve lading naar de aarde komt.In Frankrijk heeft Hubert de gestimuleerde bliksem onderzoekingen voortgezet met snelle raketten en daarmee verbonden draden.Analoge onderzoekingen deed Horii in Japan.Hij had succes met 45 van 70 schoten.Garbagnati en Berger maten de parameters van bliksemontladingen in Zwitserland en Italie.Hamelin,Le Boulch,Leteinturier en Weidman(CNET?Lannion) analyseerden de karakteristieken van de 10^3-10^9Hz band straling van natuurlijke en gestimuleerde bliksemontladingen,in aanmerking nemend het ontladingsproces,de emissiemechanismes en de verdere phenomenologie.De macro-en de microstructuren werden vergeleken bij verschillende frequenties en met optische data.Een snel tijdanalyse systeem werd toegevoegd.Labaune,Richard, Delannoy en Laroche constateerden,dat de bliksem straling impulsief is,met puls rijstijden van enkele nanoseconden.Zij analyseerden de distributie bij 100,300 en 1000 MHz.Zij correleerden hun resultaten met de interferometrische plaatsbepaling bij 300 MHz.Proctor(Z-Afrika)volgden de paden van bliksemontladingen met de aankomst tijden van de VHF pulsen,die deze ontladingen zelf emitteerden.Zij gebruikten vijf ontvangstations op grote onderlinge afstanden,en maakten driedimensionale kaarten.Cooray onderzocht de straling van bliksemslagen met positieve polariteit.Ishii nam de golfvorm van zulke ontladingen waar in Japan.Weidman en Krider(Arizona) onderzochten de submicroseconde structuur van het stralingsveld van de bliksem.Baum en O'Neill onderzochten structuren van enkele tientallen

nanoseconden.Dat gaf hun een nieuw inzicht in fundamentele bliksem processen.Devan(Botswana) onderzocht amplitude spectra van bliksem op een afstand van 2 tot 600 km tussen 2 en 500 kHz. Rustan en Kuhlman(Ohio) maten stromen en velden van bliksemontladingen met vliegtuigen.Ze namen twee directe inslagen in hun vliegtuig waar.De zitting over meetmethoden en statistische waarnemingen aan door mensen veroorzaakte storingen werd door mij georganiseerd.Egidi en Nano(Italie) bespraken veldmetingen aan en immuniteit van radio en televisie ontvangers tussen 150kHz en 1000 MHz.Showers en Lin bespraken statistische modellen van schakelverschijnselen.De Jong besprak de storingen,veroorzaakt door huishoudelijke apparaten en de wijze,waarop men limieten daarvoor moet vaststellen.Echigo,Takagi en Sato behandelden het niveau van impulsieve storingen in een japanse stad(meestal ten gevolge van autos en motorfietsen).Struzak gaf een overzicht van de straling van industrieele,wetenschappelijke en medische apparaten.Hij was voorzitter van een CCIR Commissie,die de limieten,welke CISPR had vastgesteld,nog eens nader moest bestuderen. Gary schetste de filosofie van CISPR Commissie C over het vaststellen van limieten voor storingen door hoogspanningslijnen en apparaten.Nakai bestudeerde de storingen,veroorzaakt door de zeer snelle japanse treinen.Hij mat de waarschijnlijkheidsverdeling van de amplitudes als functie van acceleratie of deceleratie van de treinen.Hagn organiseerde een zitting over modellen van de electromagnetische ruis omgeving.Een bijdrage van Middleton over diens statistisch-physische modellen voor natuurlijke en door mensen veroorzaakte ruis werd voorgedragen door Spaulding. Lauber en Bertrand maten de storingsniveaus in Ottawa(meestal ontstekingsstoringen).Knowles mat de atmosferische radio achtergrond bij 165kHz in Maryland.Zijn resultaten weken nogal af van die, gemeten door Herman in Nevada.Data van over de gehele wereld(o.a.tien stations in USSR) werden door Spaulding in aanmerking genomen,om het wereldwijde atmosferische radio ruis rapport van de CCIR te herzien.Coyne en Burke(Canada)behandelden de bezetting van het spectrum in de mobiele banden in Canada.Zij gebruikten monitors van het Stanford Research Institute.Giordano organiseerde een zitting over Communicatie in ruis en fading.Langewellpott(SEL) besprak een systeem mobiele dienst toepassing bij 900 MHz met spectrum spreiding om fading effecten tegen te gaan. Wojnar(Polen had de Nakagami-Rice distributie van Barrow en Nesenbergs nog eens bekeken,en de toepassing vereenvoudigd.Spaulding bestudeerde locaal optimale en suboptimale detectors in een omgeving van niet-gaussische brede en smalle band storingen.Hij volgde hierbij de door Middleton gegeven typering.Zingarelli gebruikte adaptieve egalisatoren voor digitale radio transmissie over veel weg (multipath)fading. Ondoh en Kotaki bespraken cosmische ruis bij hoge frequenties en de distributie van atmosferische storingen over de aarde.Fraser-Smith en Helliwell(Stanford U.) maten electromagnetische ruis in de band van 10 tot 32000 Hzmet radiometers,bestaande uit twee dubbel kanaal ontvangers elk verbonden met twee antennes(N-Z en O-W).De bedoeling is de ELF/VLF communicatie te verbeteren.Vargas -Vila en Benham bestudeerden de voortplanting in de aarde met behulp van metingen in een tunnel op zeer lage frequenties. Yoshino,Tomizawa en Shibata(Japan) volgden recente waarnemingen uit de Sovjet-Unie,die aanduiden,dat kort voor een aardbeving electromagnetische emissie optrad.Inderdaad vonden ze een toename van het VLF ruisniveau met 15 dB gedurende het halve of hele uur,dat aan de aardschok vooraf ging.Men kan hierop zelfs een systeem baseren,om de richting van het epicentrum te vinden.Cernius simuleerde met een microprocessor atmosferische ruis op VLF en LF.De ruisgenerator maakt pulsen,die atmosferische onweersruis simuleren.Csuka organiseerde een zitting over blijvende schade,door overgangsverschijnselen(transients) veroorzaakt in communicatie ontvangers.Tove besprak de mogelijke oorzaken voor het falen van halfgeleiders,zoals dielectrische doorslag,electromigratie en vermoeidheidsverschijnselen.Svedberg deed zo'n studie speciaal voor silicon thyristors.Scuka bestudeerde partiele doorslag in metaal-oxide varistors.Landt onderzocht het effect van electrostatische ontladingen op communicatie apparatuur en computers.Hamelin en Eybert-Berard pasten gestimuleerde blikseminslag toe,om de effecten van de bliksem op kabels en electronische apparaten te bestuderen.Hun betoog werd ondersteund door een film over de toepassing van gestimuleerde(triggered) blikseminslag. Commissie E droeg belangrijk bij aan de gezamenlijke zitting van alle Commissies over golfvormmetingen in het tijdsdomein.Giordano, Herman en De Angelis maten golfvormen ter karakterisering van atmosferische ruis.Hun meetsysteem was gebaseerd op een digitale opname met hoge dichtheid.Baum gaf een bijdrage over meetmethoden en instrumenten voor blikseminslag en andere intense pulsen.Recente ontwikkelingen in het ontwerpen van sensoren werden

behandeld in verband met de wisselwerking tussen gevoeligheid en bandbreedte.Lefeuvre gaf een overzicht van pulsvormige gebeurtenissen in de magnetosfeer en discussieerde nieuwe meettechnieken.

Op verzoek van prof.Gordon,president van URSI, nam ik zitting in een comité,dat het standpunt van URSI over de gevolgen van de explosie van een nucleaire bom in de atmosfeer voor communicatie en distributie van electrisch vermogen onder woorden moest brengen.Deze opinie was gevraagd door SCOPE-ENUWAR(SCIENTIFIC COMMITTEE ON PROBLEMS OF THE ENVIRONMENT-ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF NUCLEAR WAR),een onderafdeling van de International Council of Scientific Unions.Ze mocht niet emotioneel zijn,geen politiek karakter hebben,met autoriteit geschreven zijn en begrijpelijk zijn.Wik(Zweden) was voorzitter,Stone(USA) secretaris.Gjessing(Noorwegen) Lefeuvre(Frankrijk),Lundbom(Zweden),Migulin (USSR) Schwartz(USA),Stumpers(Nederland) waren de leden.Na vele uren vergaderen en herziening van eerdere projecten kwamen we tot een resultaat,dat door de Council unaniem werd aangenomen. Enkele deelnemers lieten aantekenen,dat ze uitsluitend op resultaten in de open literatuur af gingen,en niet op wat hun op andere wijze bekend was.Een nucleaire explosie op grote hoogte kan een vernietigend effect hebben op communicatie en vermogenssystemen over het gehele gebied van de aarde,dat vanaf de plaats van de explosie gezien kan worden.De explosie zal binnen nanoseconden gammastralen emitteren,die zodra ze dichtere atmosferische lagen ontmoeten op een hoogte van 20 tot 40 km,electronen uit de lucht moleculen vrij maken(Compton effect).De electronen beweging leidt tot een hoge amplitude puls van electromagnetische energie bij het aardoppervlak.Dit geeft een interactie met allerlei metallische geleiders.De rijstijd van de NEMP is minder dan 10 nanoseconden,en de duur van de orde van enkele honderden nanoseconden.In een netwerk,dat een groot oppervlak overdekt,kunnen vele pulsen tegelijk optreden.Daardoor kunnen telefoon kabels,maar ook kabels voor de distributie van electrisch vermogen en ook tussenstations en transformatoren ernstig beschadigd worden.Bescherming tegen NEMP kan verkregen worden door afscherming,filteren,bliksemafleiders en meer gespecialiseerde technieken.Men noemt dat hard maken("hardening").Men moet hier al bij het ontwerp rekening mee houden,en ook dan hangt het resultaat af van het bedrag,dat men ervoor over heeft.Het is de vraag of satelliet signalen de als gevolg van de explosie veranderde ionosfeer kunnen doordringen,zelfs wanneer de satelliet op zich tegen beschadiging beschermd zou worden.De conclusie van het rapport vat in negen punten samen,waarop degenen,die met communicatie of vermogensdistributie te maken hebben,moeten lettenHet rapport is o.a. afgedrukt in het Informatie Bulletin van URSI van Maart 1985.Op 31 Augustus kwam het URSI-CCIR-CCITT verbindings comité bijeen.De bedoeling hiervan is de samenwerking tussen de Internationale Telecommunicatie Unie en de Internationale Wetenschappelijke Radio Unie te bevorderen.Van de aanwezigen waren zes reeds lid,waar onder schrijver dezes.Het comité werd nu uitgebreid tot dertien leden.M.Thué(Frankrijk) trad af als voorzitter en werd opgevolgd door G.Hagn(USA). Commissie E blijft vertegenwoordigd door Spaulding en mij,en zal speciale aandacht besteden aan de Studiegroepen I,V,en VI van CCIR,en aan CCITT Studiegroep V.Ook bij de EMC Symposia zullen we proberen op de belangen van de telecommunicatie te blijven letten.De Council van URSI,waarin ik Nederland vertegenwoordigde,vergaderde zesmaal, en nam dertig resoluties aan.Daartoe behoorden die,welke China en Thailand als nieuw lid toelieten,en die,welke de uitnodiging van Israel voor de plenaire vergadering van 1987 in Tel-Aviv aanvaardde.Ambtshalve was ik ook lid van het coordinerend comité,dat de onderlinge samenwerking van de negen commissies van URSI begeleidt.

Op 1 September werd een bezoek gebracht aan de villa Marconi bij Bologna,waar Marconi zijn eerste proeven over radiotransmissie verrichte. Mevrouw Marconi en haar dochter ontvingen ons. Het gebouw wordt nog door een stichting gebruikt voor radio experimenten.Onder het gebouw bevindt zich het Marconi Mausoleum,en in de tuin was kort tevoren een nieuw standbeeld geplaatst,ca.vijftien meter hoog.

Op 3 September werd een banket georganiseerd in een van de grote villas buiten Florence,omlijst door uitvoeringen van gilden.

Voordracht gehouden tijdens de 333e werkvergadering.

LEDENMUTATIES

Voorgestelde leden

G.P. den Braber, Crabethstraat 16, Papendrecht.

Ir. F.K. Kappetijn, Kleine Vinkstraat 23, Nieuwerkerk a/d IJssel.

Nieuwe leden

Ir. A.J. van den Berg, Baroniehof 43, Helmond.

Ir. F. van de Woestijne, Kolhornseweg 25, Hilversum.

Nieuwe adressen van leden

R. van Aken, 19-20 Jacksons Hill Road, 3159 Selby, Melbourne Victoria, Australië.

Ir. E.P.W. Attema, Warmonderhek 5, Warmond.

Ir. J. van Baarda, Javalaan 2 A, Hilversum.

Ir. F. Booij, Ternatestraat 12, Haarlem.

Dipl. ing. J.J. Dharmadi, J W Frisostraat 10, Zoetermeer.

Ir. J.M. Douwes Dekker, Zalmé-flat, Weteringpark 7-85, Zwolle.

R.H.M. ten Eikelder, R Holstlaan 1131, Delft.

Ir. J.A.W. Gelens, Laarstraat 53, Waalre.

Ing. K.A. Vogel, 33 Chemin des Semailles, 1212 Grand-Lancy (GE), Zwitserland.

Overleden

Ir. H.T. Hylkema, Jagtlustlaan 9, Santpoort (Z).

Dr. F.W. de Vrijer, Boshovensestraat 11, Riethoven.

Conferentieaankondigingen

Communications 86; An industry on the move.
Birmingham Metropole Hotel U.K., 13-15 May 1986
Contactadres: Conference services IEE, Savoy Place,
London WC2R OBL; U.K. Tel. 01-240 1871 Ext 222.

Rel-con. European Reliability Conference, Copenhagen,
June 16-20, 1986; Contactadres: Mrs. Aase Sonne,
Box 326, DK - 2800 Lyngby, Denmark.

ISSLS 86. The international symposium on subscriber
loops and services; 29 Sept - 3 Oct 1986 Tokyo, Japan.
Contactadres: Ir. A.A. Dogterom, AT&T en Philips
Telecommunicatie Bedrijven B.V. Hilversum.
Tel. 035-891466.

Secure communication systems, London 28-29 October
1986; Contactadres: Conference services IEE, Savoy
Place London WC2R OBL, U.K.

Tijdschrift van het Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap

Inhoud

deel 50 - nr. 5 - 1985

druk: de Witte Eindhoven